



361
35
2m

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

JAHRGANG 1884.

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS MAI.

STÜCK I—XXVIII MIT FÜNF TAFELN.



BERLIN, 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

AS182
B35

INHALT.

	Seite
Verzeichniss der Mitglieder am 1. Januar 1884.	I
CONZE: Zur Topographie von Pergamon	7
QUINCKE: Über die Messung magnetischer Kräfte durch hydrostatischen Druck	17
CURTJUS: Festrede zum FRIEDRICH'S-Tage	29
VON SYBEL: DE CATT'S Memoiren	35
KIEPERT: Gegenbemerkungen zu der Abhandlung des Hrn. G. HIRSCHFELD über die Lage von Tavium	47
VON WROBLEWSKI: Über die Verflüssigung des Wasserstoffs	61
GOLDSTEIN: Über elektrische Leitung im Vacuum	63
WEBER: Über eine magische Gebetsformel aus Tibet (hierzu Taf. I)	77
H. KRONECKER und SCHMEY: Das Coordinationscentrum der Herzkammerbewegungen.	87
WATTENBACH: Über Hermann von Marienfeld aus Münster	93
JOHOW: Über westindische Hymenolichenen	113
SCHOTT: Etwas über neu-türkische Romantik	131
G. KIRCHHOFF: Über die Formänderung, die ein fester elastischer Körper erfährt, wenn er magnetisch oder dielektrisch polarisirt wird.	137
VON HELMHOLTZ: Studien zur Statik monocyclischer Systeme	159
E. DU BOIS-REYMOND: Lebende Zitterrochen in Berlin	181
MOMMSEN: Festrede zur Feier des Geburtstages S. M. des Kaisers	245
A. KIRCHHOFF: Bericht über die Sammlung der griechischen Inschriften	253
MOMMSEN: Bericht über die Sammlung der lateinischen Inschriften.	253
Bericht über die Palaeographie der lateinischen Inschriften	254
Bericht über die römische Prosopographie	254
DIELS: Bericht über die Herausgabe der Aristoteles-Commentatoren	254
DUNCKER: Bericht über die politische Correspondenz König FRIEDRICH'S II.	256
WEIERSTRASS: Bericht über die Herausgabe der Werke JACOBI'S	258
BOFF-Stiftung: Jahresbericht für 1883	258
HUMBOLDT-Stiftung: Jahresbericht des Curatoriums	259
WAITZ: Bericht über die Monumenta Germaniae historica.	262
CONZE: Jahresbericht des Archaeologischen Instituts	265
WEBER: Über das Uttamacaritrakathānakam, die Geschichte vom Prinzen Trefflichst	269
VON HELMHOLTZ: Studien zur Statik monocyclischer Systeme	311
HOFMANN: Untersuchungen über das Coniim	319
HOFMANN: Zur Constitution des Coniins	327
WAITZ: Über die verschiedenen Recensionen von OTTO'S und RAHEWIN'S Gesta Friderici I.	331
DIELS: Gorgias und Empedokles	343
WEBSKY: Über die Ein- und Mehrdeutigkeit der Fundamental-Bogen-Complexe für die Elemente monoklinischer Krystall-Gattungen.	371
SPÖRER: Über die Ermittlung der Knotenlänge und Neigung bei Bestimmung der Rotationselemente der Sonne	387
MENDEL: Über paralytischen Blödsinn bei Hunden	393
A. KIRCHHOFF: Über die von Thukydides benutzten Urkunden	399

Inhalt.

	Seite
SCHRÖDER: Neue palmyrenische Inschriften (hierzu Taf. II)	417
FRITSCH: Ergebnisse der Vergleichen an den elektrischen Organen der Torpedineen	445
KOSSMANN: Neuere über Cryptonisciden	457
WOLFF: Das Gesetz der Transformation der inneren Architektur der Knochen bei pathologischen Veränderungen der äusseren Knochenform (hierzu Taf. III)	475
CURTIS: Eleusinion und Pelargikon (hierzu Taf. IV)	499
Adresse an die Universität zu Edinburgh.	513
CONZE: Jahresbericht über die Thätigkeit des Kaiserlich deutschen archaeologischen Instituts.	515
KRONECKER: Beweis des Reciprocitätsgesetzes für die quadratischen Reste	519
KRONECKER: Beweis einer JACOBI'schen Integralformel	539
KRONECKER: Beweis des PUISEUX'schen Satzes	543
MUNK: Über die centralen Organe für das Sehen und das Hören bei den Wirbelthieren	549
SCHERER: Mars Thingsus	571
EICHLER: Über den Blütenbau der Zingiberaceen (hierzu Taf. V)	585
SIEMENS: Über eine Einrichtung zur Darstellung der von der Pariser Conferenz zur Bestimmung der elektrischen Einheit angenommenen Lichteinheit	601
TOBLER: Die Berliner Handschrift des Huon d'Auvergne	605
CONZE: Grabstatue aus Tarent	621
CHRISTIANI: Zur Kenntniss der Functionen des Grosshirns beim Kaninchen	635
Berichtigungen	641

1884.

I.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

10. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

1. Hr. KIEPERT las: Gegenbemerkungen zur Abhandlung des Hrn. HIRSCHFELD über Tavium.

Die Mittheilung erscheint in einem der nächsten Sitzungsberichte.

2. Hr. DILLMANN legte im Auftrage des Hrn. D. S. MÜLLER in Wien die von diesem herausgegebenen Reiseberichte SIEGFRIED LANGER's aus Syrien und Arabien vor, des jungen Gelehrten, dessen weitere Reise die Akademie zu unterstützen beschlossen hatte, aber an der Ausführung dieses Beschlusses durch sein jähes Ende verhindert ward.

Ausgegeben am 17. Januar.



1884.

II

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

10. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

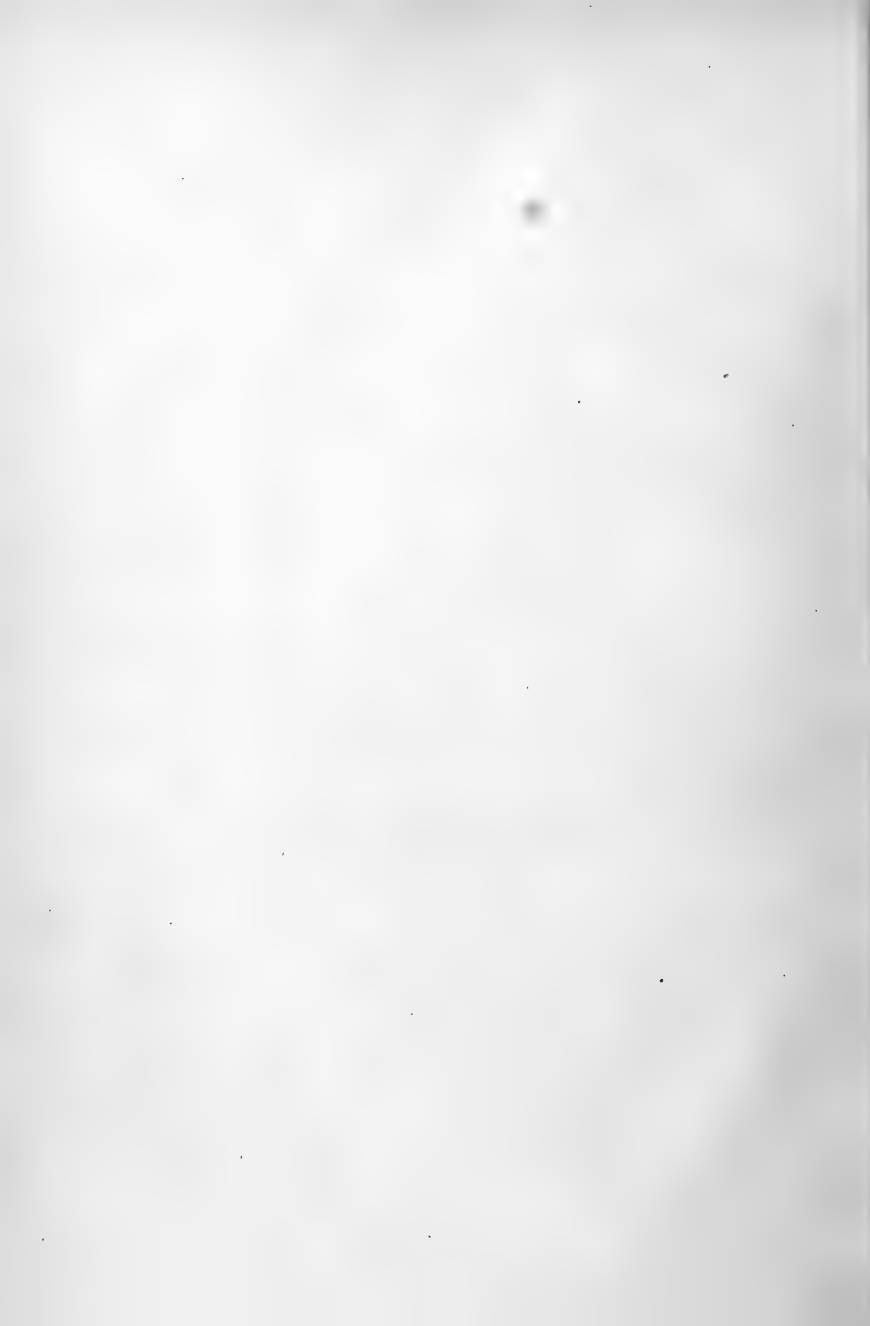
Vorsitzender Secretar: Hr. DU BOIS-REYMOND.

1. Hr. HOFMANN las Beiträge zur Kenntniss der Coniingruppe.

2. Hr. G. KIRCHHOFF legte eine Mittheilung des correspondirenden Mitgliedes der Classe, Hrn. Prof. G. QUINCKE in Heidelberg über die Messung magnetischer Kräfte durch hydrostatischen Druck vor.

Beide Mittheilungen werden in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen.

Ausgegeben am 17. Januar.



SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

17. Januar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

1. Hr. CONZE las: Zur Topographie von Pergamon.
Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Ein Schreiben des vorgeordneten Hrn. Ministers vom 10. Januar benachrichtigt die Akademie, dass die Wahl der bisherigen correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe ADOLPH WÜRTZ und CHARLES HERMITE, beide in Paris, zu auswärtigen Mitgliedern derselben Classe die Allerhöchste Bestätigung erhalten hat.

3. Die HH. WAITZ und MOMMSEN legten die neu erschienenen Bände der Monumenta Germaniae historica: Poetae latini II und Symmachi opera enthaltend, vor.

4. Zu correspondirenden Mitgliedern der Akademie in der physikalisch-mathematischen Classe wurden gewählt die HH. ADOLPH BAEYER, Professor in München, CARL GEGENBAUR, Professor in Heidelberg, RUDOLF HEIDENHAIN, Professor in Breslau.



Zur Topographie von Pergamon.

VON ALEXANDER CONZE.

Den zuversichtlichen Worten, mit welchen CARL HUMANN seinen Abschnitt im zweiten vorläufigen Berichte über die Ausgrabungen in Pergamon schloss, meiner dort ebenso bestimmt ausgesprochenen Überzeugung von der Zweckmässigkeit einer Fortsetzung der Ausgrabungen hat die That entsprechen dürfen. Seit Anfang Mai v. J. arbeiten wir im Auftrage Sr. Excellenz des Hrn. Unterrichtsministers wieder in Pergamon, vorläufig von da ab auf ein Jahr. Die Mittel sind von Seiner Majestät dem Könige Allergnädigst bewilligt worden. Auch das Fürwort der Akademie hat dazu besonders maassgebend mitgewirkt und es erscheint somit angemessen, hier über das zu berichten, was inzwischen in den ersten sechs Arbeitsmonaten erreicht ist. Da Hr. HUMANN während dieser Zeit grossentheils durch die im Auftrage der Akademie seiner Leitung anvertraute zweite Expedition nach dem Nemrud-dagh in Anspruch genommen war, so hat in seiner Vertretung Hr. BOHN den Ausgrabungen vorgestanden, unterstützt von Hrn. FABRICIUS, welcher indessen vorwiegend mit einer Specialaufgabe, der Revision und Neuverzeichnung der Inschriften, betraut war. Mir hat ein Aufenthalt an Ort und Stelle im November die Anschauung des Geleisteten gewährt; von da an hat dann auch Hr. HUMANN seinen Platz wieder eingenommen. Hr. BOHN bleibt ihm in gewohnter Weise zur Seite, an erster Stelle der Bearbeitung der Architekturfunde sich widmend, während Hr. FABRICIUS seine Aufgabe vorläufig beendet hat und abgereist ist.

Bei der Verwendung der uns zur Verfügung gestellten Mittel war das Hauptaugenmerk auf die weitere Nachspürung nach Skulpturbruchstücken zu richten, welche den bereits für die Königlichen Museen gewonnenen Besitz, obenan die Altarbildwerke, vervollständigen könnten. Solche Stücke, oft nur ganz geringfügige Splitter, sind meistens kaum von irgend welchem selbstständigen Werthe und jedesfalls nirgends so sehr an ihrem richtigen Platze, wie hier im Museum im Zusammenhange des Ganzen. Sie haben ihren vollen Werth eben nur für uns. In Anerkennung dessen hat denn auch die Kaiserlich ottomanische Regie-

rung, indem sie mit besonderer Geneigtheit die Fortsetzung der Arbeiten auf Antrag Seiner Excellenz des Hrn. Botschafters gestattete, vorweg zugegeben, dass von den Funden Alles unseren Museumsbesitz Ergänzende ohne Weiteres uns zu eigen zufallen solle.

In der zweiten Ausgrabungsperiode 1880/81 hatten wir Nachträge zu den Altarskulpturen namentlich am Westabhange unter dem Altarplateau gefunden. An diesem Abhange die Nachsuchung noch weiter sowohl in nördlicher als in südlicher Richtung fortzusetzen erschien, wie bereits in unseren vorangehenden Anträgen betont war, bei der Wiederaufnahme der Arbeiten besonders angezeigt. Nicht allein, dass wir nach diesen beiden Richtungen hin die Grenze des Fallgebietes von Altarbruchstücken noch nicht glauben konnten erreicht zu haben; wir mussten ja auch bei der Weiterabräumung nach Norden hin in das Fallbereich unter dem Athenaeilichthume, noch weiterhin auch des Augusteums gelangen, und die Bestandtheile der einstigen Ausstattung der letztgenannten beiden Heilighümer bilden neben den kostbaren Resten des Altarbaus den Hauptbestandtheil unseres Museumsbesitzes. Ihn ergänzen zu können durften wir also auf dieser ganzen Strecke erwarten. Von dem viel weiter abwärts am Stadtberge gelegenen Gymnasium, wo gleiche Absichten noch zu verfolgen sind, war vorderhand, um die Arbeiten nicht zu zersplittern, abzusehen.

Demgemäss wurde beim Wiederbeginne der Ausgrabungen verfahren und unsere Erwartungen sind nicht getäuscht worden. Es gehört aber nicht hierher, hunderte und aber hunderte von Stücken und Stückchen auch nur ganz kurz aufzuzählen, welche zur Gigantomachie und zum kleinen Altarfriese gehörig, oder sonst unsern Bestand vervollständigend, zunächst am Westabhange zum Vorschein gekommen sind. Sie werden an erster Stelle die Werkstatt der Königlichen Museen interessiren, sobald sie, was einstweilen noch aufgeschoben bleibt, hierher gebracht sein werden.

Hier in der Akademie habe ich mir vorgenommen von andern Hauptergebnissen vorläufige Nachricht zu geben. In gewissem Sinne sind sie nur als Nebengewinn zu betrachten: aber sie kommen der Lösung jener grossen Aufgabe zu Gute, welche schon über den ersten glänzenden Einzelfunden in ihrer ganzen Bedeutsamkeit vor uns aufstieg, der Aufgabe, das topographisch-monumentale Bild der Stadt Pergamon in den verschiedenen Phasen ihres Bestehens nach und nach in immer festeren Zügen herauszuarbeiten. Und je mehr das gelingt, desto mehr gewinnt auch unser Museumsbesitz an Verständlichkeit.

Die erste Ausgrabungsperiode 1878/80 liess Lage und Gestalt des Prachtaltars, des Augusteums und, wenn auch der Gestalt nach nur

erst theilweise, des Gymnasiums hervortreten, die zweite Ausgrabungsperiode 1880/81 Lage und Gestalt des Athenaheiligthums und, wiederum der Gestalt nach nur theilweise, des Juliatempels. Daneben bereiteten die mannigfachsten Umblicke auf sonstige Baureste, zumal auch auf die Befestigungsmauern, neben andern Aufklärungen eine wichtige Unterscheidung vor, die der örtlichen Ausdehnung des königlichen und des römischen Pergamon. Auf diesem Wege bezeichnen die ersten sechs Monate der jetzigen dritten Ausgrabungsperiode wiederum bereits einen ganz erheblichen Fortschritt.

Während wir, wie gesagt, am Westabhange unter dem Altarplateau und dann mit energischerem Vorgehen unter dem Athenaheiligthume aufräumten, zunächst nur um nach von oben herabgefallenen Stücken zu suchen, fiel uns im Süden ein sicherer Anhaltspunkt zur Bestimmung der Lage des Marktplatzes der Königsstadt in die Hände, und nordwärts sahen wir staunend die Stufensitze eines grossen Schaugebäudes, wie bald deutlich wurde, des Theaters der Königszeit, unter dem Erdreiche erscheinen. Zwei Brennpunkte des städtischen Lebens sind damit ihrer Lage nach aus vollständigem Dunkel wieder ans Licht getreten. Was von ihrer Gestalt geblieben sein mag, wird mehr als bis jetzt bei der Fortsetzung der Ausgrabungen sich zeigen; denn wir sind für unsere zunächst maassgebende praktische Aufgabe, die Nachsuchung nach weiteren Ergänzungsstücken für die Museen, glücklicherweise an erster Stelle gerade auf das Terrain hingewiesen, welches wir jetzt als das des Theaters und des Marktes kennen. Je vollständiger wir es von der Verschüttung befreien, desto vollständiger werden wir beiden Aufgaben zugleich gerecht werden.

Auf die erste Spur der Lage des Marktplatzes führte der Fund eines Inschriftsteines südwestlich ein wenig abwärts vom grossen Altare und die richtige Lesung vornehmlich zweier Buchstaben dieser Inschrift durch Hrn. Ad. KIRCHHOFF. Die Spur liess sich weiter verfolgen, wie man nun erst leicht erkennen konnte, in einigen schon früher gefundenen und einer jetzt eben noch hinzukommenden Inschrift. Im Anschluss hieran glückte sodann Hrn. BOUX die Aufdeckung einer ausgedehnten Einfassungsmauer und damit die Bestätigung und theilweise schon genauere Fixirung dessen, was aus den Inschriften hatte geschlossen werden müssen. Mit alle dem fiel zugleich ein neues Licht auf das A und das O unserer bisherigen Ausgrabungen in Pergamon, den grossen Altar. Wir kennen jetzt mit hoher Wahrscheinlichkeit seinen antiken Namen.

Es war am 29. Mai v. J., als unterhalb der Rundnische unter der Südwestecke des Altarperibolos eine würfelförmige Basis aus dunkeltem Marmor, deren besonders angesetzt gewesene Rückseite fehlt, gefunden

wurde, 0.48^m hoch, 0.40^m breit, mit einem Einsatzloche auf der Oberfläche, auf der Vorder- und den beiden Nebenseiten mit von Binden unwundenem Blattgehänge verziert, auf der Vorderseite innerhalb des Blattgehänges eine Inschrift von drei Distichen in Charakteren der Königszeit. Mit dem ganzen oberen Theile des Steines ist die Inschrift in ihrer ersten Hälfte stark verstümmelt; einige vorhandene kleine Bruchstücke füllen die Lücken nur theilweise. Als ich die von Hrn. FABRICIUS hierher eingesandte genaue Copie Hrn. KIRCHHOFF zeigte, sah derselbe sofort, dass namentlich an einer Stelle die richtige Wortabtheilung von uns noch nicht getroffen war. Die beiden Buchstaben ΑΔ im vorletzten Verse, das Wörtchen ἄδε, welches er erst las, verlieh dem Steine seine für die topographische Untersuchung entscheidende Wichtigkeit. Von dem verstümmelten ersten Diptychon abgesehen, in dessen erstem Verse der Eigennamen Apelles, im zweiten die Erwähnung einer Agoranomia erhalten oder zu ergänzen ist, fährt die Inschrift, mit nur noch der Lücke eines halben Verses vorn, folgendermaassen fort:

. με διάκτορον εἶσατο Νύμφαις
 Ἑρμῆν εὐνομίας ἀίδισι φύλακα
 τᾷς ἕνεκ' εὐέλβου κέραιος ῥύσις ἂδ' ἀγοραίοις
 μανύσει τακτοῦ τέρμα χυθεῖσα χρόνου.

Ich gebe die völlig klare Deutung am liebsten mit von KIRCHHOFF aufgezeichneten Worten: von ihm rühren auch die Ergänzungen her.

»Aus dem Inhalt der vier letzten Verse scheint hervorzugehen, dass die Inschrift auf der Basis der Statue eines Hermes stand, welcher ein Füllhorn hielt, aus welchem zu bestimmten Zeiten Wasser floss. Diese Zeitangaben hatten den Zweck, den Besuchern des Marktes (ἀγοραῖοι) die Einhaltung gewisser Bestimmungen zu ermöglichen oder zu erleichtern, welche den Besuch und die Benutzung des Marktes regelten, also zur Aufrechterhaltung der εὐνομία beizutragen. Aus den vorhergehenden, nicht sicher zu ergänzenden Versen dürfte immerhin so viel gefolgert werden können, dass das Denkmal von einem Agoranomen, Namens Apelles, in oder nach seinem Amtsjahre als Erinnerungszeichen errichtet worden war.«

Hermes erscheint hier als Marktgott, wie noch auf anderen nachher zu erwähnenden Inschriften; mit dem Horn im Arme in Gesellschaft der Nymphen, denen auch hier die Weihung gilt, kennen wir ihn sicher aus einem (SCHÖNE griech. Reliefs No. 118), vielleicht noch einem zweiten (Arch. Zeit. XXXVIII, 1880, Taf. II, 4, S. 8) attischen Relief. Zur Herstellung einer Klepsydra eignet sich das Horn, wenn es nach Art der Trinkhörner, der ῥυτά, an seinem unteren spitzen Ende mit einer kleinen Öffnung versehen war, besonders gut.

Αδὲ ρύσις, dieser Wasserausfluss, heisst es also in der Inschrift, soll den Leuten auf dem Markte die Zeit anzeigen. Die Basis mit der Wasseruhrfigur, deren Standspur obenauf zu erkennen ist und mit deren Wasserzuleitung die besondere Ansetzung der Rückseite des Steines zusammenhängen mochte, stand demnach auf dem Markte von Pergamon. Mit höchster Wahrscheinlichkeit folgt daraus, dass zur Zeit der Errichtung des kleinen Denkmals, das heisst zur Königszeit, der Markt hier oben am Burgherge, unweit des Fundortes des Steines sich befand. Es ist zwar in der byzantinischen Kirche auf dem Platze des Athenaheiligthums vereinzelt ein Grabstein spätgriechischer Zeit und ein anderer in der byzantinischen Mauer gefunden, welche beide, weil in jenen Zeiten keine Gräber da oben gewesen sein können, von unten heraufgeschleppt sein müssen. In der Regel war aber offenbar kein Anlass, Steine, die es hier oben gerade in grösster Fülle gab, erst mühsam von unten den Berg heraufzuschaffen, und, wie auch alle Funde erweisen, die Präsuntion für jeden oben gefundenen Stein ist, dass er auch ursprünglich oben stand.

Sobald einmal dieser deutliche Wink über die Lage des Marktplatzes in der Königszeit gegeben war, musste man darauf aufmerksam werden, dass noch andere in derselben Gegend unweit des grossen Altars gefundene Inschriften bestätigend hinzutraten. Es sind zunächst noch zwei Inschriften von Argoranomoi, wiederum Weihungen an Hermes: Inv. I, 98 = Vorläuf. Bericht im Jahrb. der K. pr. Kunstsammlungen I, S. 191. SA. S. 78 Σκ ἀγορανόμος Ἑρμει. Inv. III, 24 Σωκράτης Ἡρώδου ἀγορανόμος Ἑρμει. Endlich ist erst noch am 12. December v. J., verbaut im Thurme östlich vom oberen Burghore, also wieder nicht weit entfernt, ein Inschriftstein gefunden mit einem Ehrendecrete für Generale Eumenes II, in dem am Schlusse Aufstellung der Urkunde ἐν τῇ ἀγορᾷ bestimmt wird.

Stehen wir erst einmal auf dem Grunde so bestimmter Zeugnisse, so darf man auch nach allgemeiner topographischer Erwägung den Platz in der Gegend des Prachtaltars als durchaus passend für die Ansetzung des Marktplatzes erklären. Die älteste Stadtfestung von Pergamon nahm nur die oberste Kuppe des grossen Stadtberges ein, abschliessend nach Süden hin mit der Grenzmauer des Bezirks der Athena Polias und der weiter ostwärts verlaufenden Fortsetzung dieser Mauer; ihr antikes Thor ist in der zweiten Ausgrabungsperiode unter der Schuttaufhäufung des türkischen Thores aufgedeckt. Als dann, jedesfalls in der Königszeit, wenn nicht schon früher, die Stadt sich über den übrigen Berg abwärts auszudehnen begann, war vor diesem Thore der Altstadt und eigentlichen Akropolis der natürliche Platz des Stadmarktes, wie der des athenischen vor dem Aufgang zur dortigen Alt-

stadt und Akropolis. Nicht in der heutigen Unterstadt Pergamon, nicht in der Ebene, den Stadtmarkt der Königszeit zu finden, steht endlich ganz im Einklange damit, dass das Pergamon der Königszeit nach allen Beobachtungen, die wir gemacht haben, sich überhaupt nicht in die Ebene, sondern nur bis zum Bergfusse herab erstreckte. Was Hr. CURTIUS (Beiträge S. 51. 53), der überhaupt dem königlichen Pergamon eine grössere Ausdehnung zu geben geneigt war (a. a. O. S. 52), dort für einen Stadtmarkt nahm, kann, wenn überhaupt einer, nur ein römischer gewesen sein. Die verschiedenen für diese Erkenntniss grundlegenden Untersuchungen des Hrn. BOHN, theils über die Mauer- ringe, theils über die Bauten der Unterstadt, bleiben dessen eigener Darlegung für demnächst einmal vorbehalten.

Es sind aber ausser den erwähnten noch zwei Inschriften aus der Königszeit vorhanden, welche der Agora Erwähnung thun.

Die eine ist die in Klissekiöi, unweit der pergamenischen Hafen- stadt Elaia, woher sie gewiss stammt, von Hrn. SCHRÖDER aufgefundene, von den Hrn. CURTIUS und GELZER kopirte und herausgegebene Ehren- inschrift Attalos' III (Beiträge S. 68). Sie ist jetzt in die Sammlung der evangelischen Schule in Smyrna versetzt und von dort aus noch ein Mal gedruckt (*Μουσείον καὶ βιβλιοθήκη* III, 1880, S. 140 ff.), immer aber noch einer Nachvergleichung bedürftig.

In dieser Inschrift wird zuerst der Beschluss zur Errichtung einer Kolossalstatue des Königs im Asklepiostempel verzeichnet und weiter heisst es: *στήσαι δὲ αὐτοῦ καὶ εἰκόνα χρυσῇν ἔφιππον ἐπὶ στυλίδος μαρμα- ρίνης παρὰ τὸν τοῦ Διὸς τοῦ σωτῆρος βωμόν, ὅπως ὑπάρχη ἡ εἰκὼν ἐν τῇ ἐπιφανεστάτῃ τόπῳ τῆς ἀγορᾶς, ἐκάστης τε ἡμέρας ὁ στεφανηφόρος καὶ ὁ ἱερεὺς τοῦ βασιλέως καὶ ὁ ἀγωνοθέτης ἐπιδυέτωσαν λιβανωτὸν ἐπὶ τοῦ βωμοῦ τοῦ Διὸς τοῦ σωτῆρος* —. Dass hier nicht Örtlichkeiten in Elaia, sondern in der Hauptstadt selbst gemeint sind, geht aus dem weiteren Ver- laufe der Inschrift hervor. Zunächst werden nämlich noch die beiden Inschriften im Wortlaute mitgetheilt, welche auf die erwähnten beiden Statuen des Königs gesetzt werden sollten, und im Anschlusse daran wird der Tag der Ankunft des Königs in Pergamon zum Festtage erklärt. Dann erst folgen von Z. 25 an neue besondere Bestimmungen seitens der Beschliessenden, Rathes und Volkes von Elaia, für die Ankunft des Königs in ihrer Stadt. Die Bewohner der Hafenstadt errichteten jene beiden Denkmäler des Königs in der Hauptstadt, beziehungsweise dem vor derselben gelegenen Asklepieion. Dort in der Hauptstadt lag also auf dem Markte und zwar *ἐν τῇ ἐπιφανεστάτῃ τόπῳ* desselben ein Altar des Zeus Soter.

Derselbe Altar auf dem Markte wird in einer zweiten Inschrift aus Pergamon selbst genannt (Inv. II, 27). Sie wurde 1880 im

türkischen Eckthurme verbaut gefunden; es ergibt sich aus ihr, dass sie das im Athenaheiligthume auf der Akropolis aufgestellt gewesene Exemplar eines Ehrendecretes für einen gewissen Asklepiades ist. In ihr heisst es, dass die Stiftung der Ehren beschworen werden solle ἐν τῇ ἀγορῇ ἐπὶ τοῦ Διὸς τοῦ σωτῆρος τῷ βωμῷ.

Es hat doch wohl hohe Wahrscheinlichkeit für sich, dass dieser Altar des Zeus Soter, dessen Umgebung in der Inschrift von Elaia als der augenfälligste Platz auf dem Markte bezeichnet wird, kein anderer ist als unser grosser Prachtaltar mit den Gigantomachiereliefs. Sein blosses Fundament erhebt sich noch heute augenfällig dominierend über die nächste Umgebung, in welcher wir nach den Inschriftfunden den Marktplatz zu suchen haben.

Dieser Wahrscheinlichkeit ging denn auch Hr. BOHN vom 1. Juli an mit der Ausgrabung nach, und am 7. Juli glaubte er in einer Stützmauer ausserhalb der abgebrochenen byzantinischen Mauer am westlichen Absturze des Terrains die südliche Begrenzung der Agora zu erkennen. Diese Stützmauer steht hier noch ziemlich hoch erhalten. Weiter ostwärts ihren Verlauf unter der Verschüttung zu verfolgen musste anderer Arbeiten wegen bis zum September verschoben werden. Sie zeigte sich dann mit einer Unterbrechung für den eintretenden Hauptweg als geradlinig in einer Länge von 91^m bis zu einer Ecke verlaufend, mit welcher sie, wie am 30. October festgestellt wurde, in rechtem Winkel nordwärts umbiegt. In dieser Richtung zeigte sie sich beim weiteren Nachgraben wieder geradlinig in einer Länge von 62^m. Die weitere Fortsetzung ist noch zu suchen. Aber schon das Gefundene genügt um zu zeigen, dass diese Stützmauer zur Einfassung einer grossen einheitlichen Anlage gehörte, wie eben der Marktplatz war, dem in der Königszeit regelmässige Gestalt gegeben sein wird.

Von Süden wie von Osten her ist behufs weiterer Aufklärung auch mit dem Aufräumen nach dem Innern des Marktterrains zu bereits begonnen. Kurz bevor jetzt des Winterwetters wegen die Arbeiten auf einige Wochen unterbrochen sind, am 12. December v. J., stiess man hierbei auf ein Stück der byzantinischen Mauer, der wir so viele Funde verdanken. Es war durch besondere Umstände der Aufmerksamkeit früher entgangen und in ihm kam ein Stück der Gigantomachie zum Vorschein, das grösste aus dieser Ausgrabungsperiode. Es ist die Figur eines jungen, rückwärts zu Boden fallenden Giganten. So glücklich geht die topographische Aufklärung mit dem Gewinne kostbarer Ergänzungsstücke unseres Sculpturenbesitzes Hand in Hand.

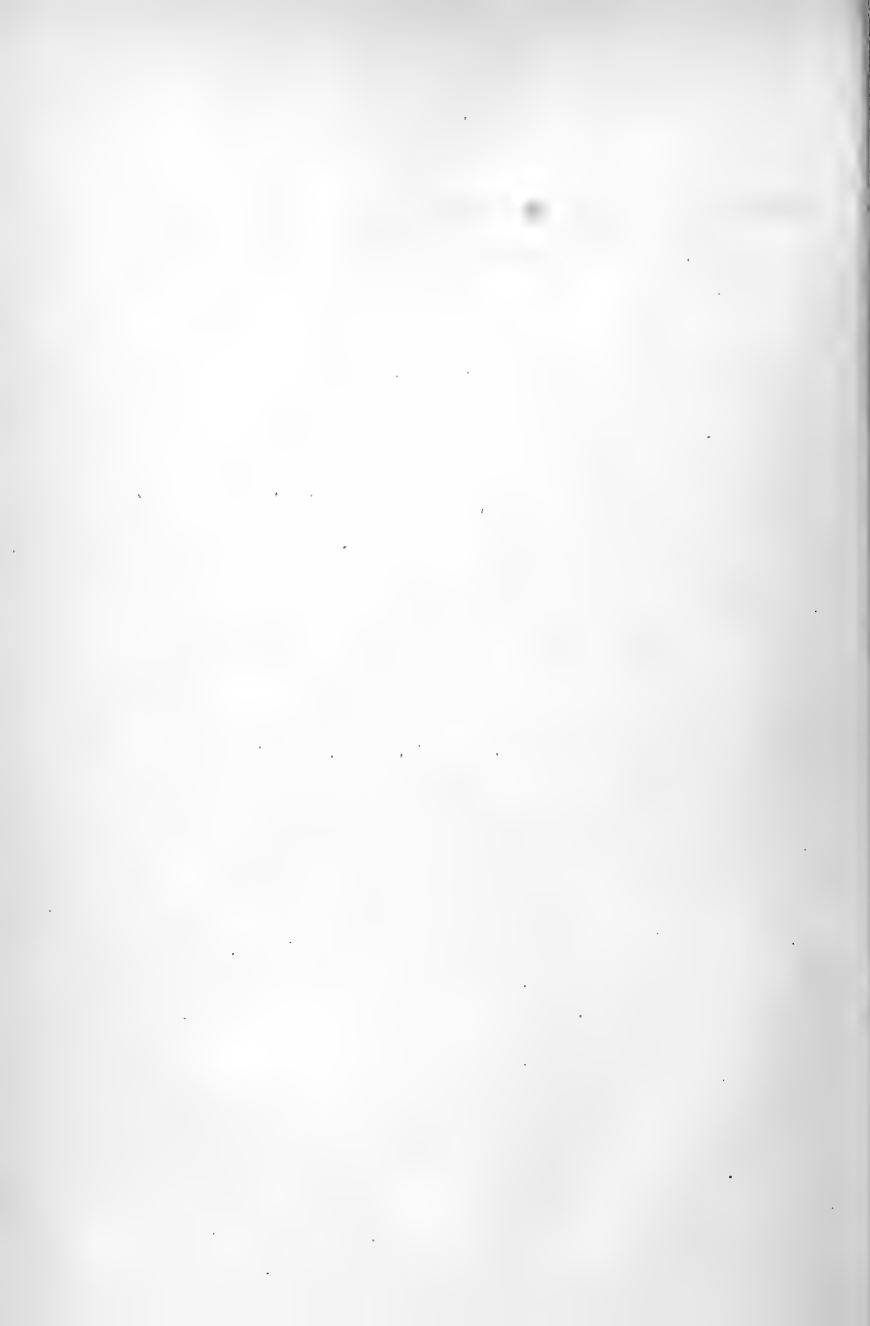
War es die Fortsetzung der Abräumung des Westabhanges nach Süden hin, welche neben den Einzelfunden die eben dargelegte Auf-

klärung über Markt und Altar brachte, so führte, wie Anfangs gesagt, die Fortsetzung derselben Arbeit am Westabhange nach Norden hin zur Entdeckung des Theaters der Königszeit. Markt und Theater, wie es der Rolle, die sie im griechischen Leben spielten, entspricht, liegen in unmittelbarer Nachbarschaft zu einander.

Am 17. August verzeichnete Hr. BONX im Tagebuche, dass beim Beginne der Abräumung unter dem Westrande des Athenaheiligthums, da wo eine kleine unterirdische Treppe von oben herab mündet, einige Reihen von Blöcken über einander, von weichem Stein, einfach profilirt, allem Anscheine nach Sitzstufen, zum Vorschein kämen. Er brachte damit sofort die riesige in zwei Stockwerken über einander sich erhebende Stützmauer weiter unten an demselben Abhange in Verbindung, welche stets zu den auffallendsten freiliegenden Bauten des Stadtberges gehörte, ohne dass sie je eine befriedigende Erklärung ihres Zweckes gefunden hätte. Am 22. August wurde in Gegenwart des Hrn. HUMANN, der damals zuerst zum Besuche wieder nach Pergamon kam, von unten herauf auf jener Stützmauer eine Grabung vorgenommen, welche gewisse Vorrichtungen im Fussboden, wie Einsatzlöcher für Masten, welche Velarien getragen haben könnten, ans Licht brachte. Damit wurde die Überzeugung, dass hier eine sehr grosse Anlage für Schauvorgänge wiedergefunden sei, bestärkt. Man ging nun zunächst oben, dann von unten herauf mit der Ausgrabung zu weiterer Untersuchung vor. Dabei wurden verstreut liegende Einzelstücke, die aus dem Athenaheiligthume herabgestürzt waren, ganz wie zu erwarten gewesen war, gefunden, unter Andern zu der bereits vorhandenen eine zweite Pronaossäule vom Tempel mit einer Inschrift, ferner Bruchstücke der Waffenreliefs vom Obergeschoss der Hallen. Von den oberen Sitzreihen wurden elf in ihrer ganzen Länge freigelegt, jederseits von ihnen das Vorhandensein seitlicher Einfassungsmauern festgestellt; auf den Vorderseiten der Sitze zeigten sich grosse Buchstaben aufgeschrieben, daraus nur an einer Stelle ein zusammenhängendes Wort zu entnehmen: διακατέχεται, ganz besetzt. Von unten herauf wurde ein 8^m breiter Graben aufwärts in Angriff genommen. Die gefährliche Arbeit mit den grossen Steinblöcken am schrägen Abhange forderte hier leider ein Menschenleben zum Opfer, der einzige schwere Unglücksfall der Art bisher während der ganzen Dauer der Ausgrabungen in Pergamon. Dem Griechen MICHAELI JABASIS wurde am 25. August von einem rollenden Steine der Schädel zerschmettert. Mit jenem Graben aber erreichten wir am 2. December über das breite Fundament der so weit hier ganz zerstörten Skene und den ebenfalls seines Pflasters beraubten Raum der Orchestra hinweg die vordere Reihe der Sitzstufen, welche ganz einfach wie die oberen in Material

und Form sich zeigten, nicht etwa als Prachtsessel wie in Athen. Die charakteristische Gestalt eines Theaters lag nunmehr ganz unzweideutig vor Augen. Hr. Bous berechnet die Anzahl der grösstentheils ja noch verschütteten Sitzreihen auf etwa 90 übereinander. Alles, was durch die Ausgrabung freigelegt ist, lässt annehmen, dass dieses Theater, so weit erhalten, seine Einrichtung aus der Königszeit bewahrt haben wird. Vom Umbau in römischer Zeit wird es dadurch verschont geblieben sein, dass man damals ein ganz neues Theater, das längst bekannte in der Unterstadt, aufführte. Es leuchtet ein, dass wir mit um so gespannterer Erwartung der weiteren Aufdeckung entgegenzusehen haben; kurz vor der jetzigen Unterbrechung der Arbeiten ist bereits noch der nördliche Eingang in die Orchestra, wenn nicht erhalten, doch sehr kenntlich, vorgefunden worden, mit einem maskenverzierten Deckbalken, darauf die Weihinschrift: Ἀπολλόδορος Ἀρτέμιωνος γενόμενος γραμματεὺς δήμου τὸν πυλῶνα καὶ τὸ ἐν αὐτῷ πέτασμα Διονύσῳ καθεγεμένῳ καὶ τῷ δήμῳ. Wir kennen den Erbauer schon aus einer anderen Inschrift (Inv. I = Vorl. Bericht I, S. 191. SA. S. 78), dort als den ersten unter drei Nomophylakes, welche eine andere bauliche Stiftung widmeten. Dionysos mit dem Beinamen καθεγεμών ist für Pergamon schon anderweitig bezeugt. Die Bezeichnung des hier mit einem Vorhange geschlossenen Eingangsthores in die Orchestra als πυλῶν kehrt ebenso in einer mehrfach besprochenen Angabe des Semos von Delos bei Athen. XIV, 16, S. 622 wieder.

Ich schliesse hiermit meine Mittheilung, welche nur einige Spitzen des Gegenstandes berühren konnte. So viel hat sie gezeigt, dass die Arbeit der letzten sechs Monate zwar an Funden neuer, selbstständig bedeutender Kunstwerke arm geblieben ist, dasjenige aber, was wir fast mehr als solche zu suchen haben, Ergänzungsstücke für unseren Besitz, reichlich ergeben und daneben das Bild der Königsstadt um zwei monumentale Züge bereichert hat. Je mehr neben den Einzelheiten, welche im Museum ihre Sicherung finden, in dieser Weise Wichtiges von unverrückbar am Orte haftenden Resten freigelegt wird, desto ernster tritt an uns die Frage heran, was aus diesen werden sollte, sobald wir einmal mit dem Abschlusse der Ausgrabungen die schützende Hand von ihnen zurückziehen würden. Der Zerstörung preisgegeben dürfen sie nicht bleiben.



Über die Messung magnetischer Kräfte durch hydrostatischen Druck.

VON G. QUINCKE
in Heidelberg.

(Vorgetragen am 10. Januar [s. oben S. 3].)

I.

Im April v. J. habe ich der Königlichen Akademie der Wissenschaften¹ die Resultate einer Untersuchung über die Druckkräfte mitgetheilt, welche isolirende Flüssigkeiten im elektrischen Felde zeigen, wenn sie wie das Glas einer Leidener Flasche elektrisirt werden.

Es zeigte sich dabei im Allgemeinen eine Zugkraft in der Richtung \pm den elektrischen Kraftlinien und eine Druckkraft von nahezu gleicher Grösse \perp zu den elektrischen Kraftlinien, die proportional dem Quadrate der elektrischen Kraft an der betreffenden Stelle des elektrischen Feldes und proportional der Dielektricitäts-Constante der betreffenden Flüssigkeit war.

Ich habe jetzt eine ähnliche Untersuchung für magnetische und diamagnetische Flüssigkeiten durchgeführt mit zum Theil ähnlichen Methoden.

Verhalten sich dielektrisch und magnetisch polarisirte Körper analog, wie es den theoretischen Ansichten von FARADAY,² MAXWELL³ und Hrn. VON HELMHOLTZ⁴ entspricht, so muss bei magnetischen Flüssigkeiten unter dem Einfluss magnetischer Kräfte, ähnlich wie bei isolirenden Flüssigkeiten unter dem Einfluss elektrischer Kräfte ein Druck \perp zu den magnetischen Kraftlinien auftreten von der Grösse

$$p = \frac{\mathfrak{K}_1}{8\pi} H_1^2$$

wo H_1 die magnetische Kraft an der betreffenden Stelle des Magnetfeldes und \mathfrak{K}_1 eine Constante ist, die der sogenannten Dielektricitäts-

¹ Berl. Sitzungsber. 5. April 1883 S. 413—420.

² FARADAY, Exp. res. §. 1224; 1297; 1731—36; 2846; 3256; 3266—68.

³ MAXWELL, Electr. and magn. 2 ed. II. p. 257. §. 642.

⁴ VON HELMHOLTZ, Wissensch. Abh. I. S. 800 und 813.

Constante entspricht und die ich deshalb Dimagnetisirungs-Constante der Flüssigkeit nennen möchte.

Die Dimagnetisirungs-Constante der atmosphärischen Luft ist 1, wie die Dielektricitäts-Constante derselben.

Ist eine magnetische Flüssigkeit durch Luft begrenzt, so kann die magnetische Druckdifferenz in der Flüssigkeit und in Luft gleich einem hydrostatischen Druck gemacht und dadurch $\mathfrak{K}_1 - 1$ gemessen werden.

Bei meinen Messungen benutzte ich entweder einen RUHMKORFF'schen Elektromagneten, dessen ebene kreisrunde Polflächen von 140^{mm} Durchmesser in einem Abstände von 1.7 bis 50^{mm} einander gegenüberstanden, oder den grossen Elektromagneten der physikalischen Sammlung der Königlichen Akademie, mit ebenen runden Polflächen von 24^{mm} Durchmesser und 3.5^{mm} Abstand. Der erstere wurde durch eine VOLTA'sche Säule von ein, drei oder zehn, der letztere durch eine solche von ein, zwei oder drei hintereinander geschalteten BUNSEN'schen Elementen erregt.

Die Grösse der magnetischen Kraft H_1 des Magnetfeldes zwischen den Polflächen war nahezu constant und wurde durch die Inductionsströme einer kleinen flachen Spirale von 30^{mm} oder 8^{mm} Durchmesser und ein oder fünf Windungen aus dünnem Kupferdraht gemessen, die aus dem Magnetfelde herausgezogen oder in dasselbe hereingeschoben wurde.

In die von der flachen Inductionsspirale zu dem 15^m entfernten Multiplicator führende Drahtleitung war gleichzeitig eine grosse Inductionsspirale von 11 Windungen und 490^{mm} Durchmesser eingeschaltet, in welcher bei Drehung um eine verticale Axe die horizontale magnetische Erdkraft H Inductionsströme erregte.

Nennt man F und F_1 die Flächen der Inductionsspiralen; $2s$ den Ausschlag der Multiplicatornadel, wenn die grosse Inductionsspirale um 180° gedreht wird und in der Anfangs- und Endlage senkrecht zum magnetischen Meridian steht; s_1 den Ausschlag durch den Inductionsstrom der kleinen flachen Spirale, die parallel mit sich selbst aus dem Magnetfelde herausgezogen wird, so ist die magnetische Kraft des Magnetfeldes

$$H_1 = \frac{F}{F_1} \frac{s_1}{s} \cdot H \quad 1.$$

Die Horizontal-Componente des Erdmagnetismus wurde von Hrn. Dr. WALTER KOENIG mit einem MEYERSTEIN'schen magnetischen Reise-Theodolithen an der Stelle der grossen Inductionsspirale = 0.1935 C. G. S. gefunden.

Die magnetische Kraft des Magnetfeldes schwankte bei dem RUHMKORFF'schen Elektromagneten zwischen 300 und 3000 C. G. S.,

bei dem Berliner Elektromagneten zwischen 6000 und 12000 C. G. S. Zur Vergleichung möchte ich erwähnen, dass bei den bekannten Versuchen von VERDET¹ mit einem ähnlichen RUHKORFF'schen Elektromagneten über die elektromagnetische Drehung der Polarisationssebene des Lichtes die magnetische Kraft des constanten magnetischen Feldes 3500 C. G. S. nicht überschritten hat.

Bei kleinem Abstand der Polflächen nahm die magnetische Kraft des Magnetfeldes nur wenig zu mit Verkleinerung des Abstandes.

Der magnetische Rückstand, die magnetische Kraft des Magnetfeldes zwischen den Polflächen nach Unterbrechung des elektrischen Stromes, wurde ebenfalls gemessen und berücksichtigt. Dieser magnetische Rückstand ist nahezu unabhängig von der Stromstärke und nur durch den Abstand der Polflächen bedingt; um so grösser, je näher die Polflächen an einander stehen. Der magnetische Rückstand schwankte bei dem RUHKORFF'schen Elektromagneten zwischen 15 und 540 C. G. S.; bei dem Berliner Elektromagneten zwischen 400 und 500 C. G. S.

Aus der Ablenkung einer Declinationsnadel in der Nähe des Elektromagneten lässt sich nur auf das magnetische Moment des ganzen Elektromagneten schliessen, nicht auf die magnetische Kraft der einzelnen Stellen des Raumes in der Nähe der Polflächen des Elektromagneten. Bei dem Berliner Elektromagneten verhielten sich die Quadrate der magnetischen Kräfte des Magnetfeldes zwischen den Polflächen nahezu wie die $\frac{3}{2}$ Potenzen der magnetischen Momente des ganzen Elektromagneten.

Die Polflächen des RUHKORFF'schen Elektromagneten konnten vertikal oder horizontal gestellt werden, so dass die Magnetkraftlinien des Magnetfeldes zwischen den Polflächen horizontal oder vertikal waren.

Ein oben offener quadratischer Trog aus vernickeltem Messingblech hatte vertikale Seitenwände aus Spiegelglas und eine eiserne runde Bodenplatte von 150^{mm} Durchmesser. Die letztere wurde auf die untere horizontale Polfläche des RUHKORFF'schen Elektromagneten gestellt, die obere Polplatte bis auf 1.7^{mm} oder 3.3^{mm} genähert und der Trog mit verschiedenen magnetischen Flüssigkeiten (Sulfaten und Chloriden von Mangan, Eisen, Kobalt und Nickel in Wasser gelöst) gefüllt. Drei Stückchen Spiegelglas oder Messing von gleicher Dicke verhinderten die Berührung der Polflächen beim Magnetisiren.

Von einer centralen Öffnung in der oberen Polfläche führte eine dünne Messingröhre zu einem Schwefelkohlenstoff-Manometer und einem langen Kautschuckschlauch mit Hahn, ähnlich wie bei den Unter-

¹ VERDET, Oeuvres I. p. 119 et 180. Ann. de chim. (3) LII. p. 129 sqq.

suchungen über elektrische Druckkräfte.¹ Durch den Hahn wurde eine flache Luftblase in den Raum zwischen den horizontalen Polflächen geblasen, welche beide Polflächen berührte, der Hahn geschlossen und das Schwefelkohlenstoff-Manometer mit einem Kathetometer-Mikroskop² beobachtet.

Bei dem Erregen des Elektromagneten vergrösserte sich die Höhendifferenz der Flüssigkeitskuppen in beiden Manometerschenkeln um eine Grösse h ; das Manometer zeigte eine Zunahme des Luftdrucks in der flachen Luftblase, die nahezu unabhängig vom Durchmesser der Luftblase, proportional dem Quadrate der magnetischen Kraft H_1 des Magnetfeldes und bei verschiedenen Flüssigkeiten verschieden gross war.

Bezeichnet man das specifische Gewicht der Flüssigkeit im Manometer mit σ , so ist die Differenz des magnetischen Querdruks auf die Flächeneinheit im Innern der Flüssigkeit und der Luftblase

$$h\sigma = \frac{K_1 - 1}{8\pi} H_1^2. \quad 2.$$

Statt des Schwefelkohlenstoffs kann man auch die magnetische Flüssigkeit selbst als Manometer-Flüssigkeit benutzen.

Die Polflächen des RUHMKORFF'schen Elektromagneten wurden, bei gleichem Abstand wie vorher, einander vertical gegenübergestellt und in das Magnetfeld der enge verticale Schenkel einer U-förmigen Glasröhre gebracht, deren anderer verticaler Schenkel von 25^{mm} Durchmesser in 200^{mm} Entfernung ausserhalb des Magnetfeldes lag. Die U-förmige Röhre war so weit mit magnetischer Flüssigkeit gefüllt, dass die Kuppe im engen Schenkel in der Mitte des Magnetfeldes lag und mit einem Kathetometer-Mikroskop beobachtet werden konnte. Bei dem Erregen des Elektromagneten steigt die magnetische Flüssigkeit um eine solche Höhe, dass die Zunahme des hydrostatischen Druckes gleich der mit dem Schwefelkohlenstoff-Manometer an der flachen Luftblase gefundenen Druckzunahme ist.

Die Druckzunahme ist wieder durch die Gleichung 2 bestimmt, wenn h die Zunahme der Höhendifferenz der Flüssigkeit in den Schenkeln der U-förmigen Röhre, σ das specifische Gewicht der Flüssigkeit bezeichnet.

Diese Druckzunahme findet in einer Richtung \perp zu den magnetischen Kraftlinien statt.

Man findet die gleiche Druckzunahme bei dem Erregen des Elektromagneten, wenn man die magnetischen Kraftlinien zwischen den Polflächen vertical stellt und den einen Schenkel der U-förmigen Röhre durch die centrale Bohrung der Polflächen hindurchführt, so dass die

¹ QUINCKE, WIED. ANN. XIX. S. 719 und Taf. VIII. Fig. 24. 1883.

² Ib. S. 719 und Taf. VIII. Fig. 25. 1883.

Kuppe der magnetischen Flüssigkeit sich im Magnetfelde befindet und \neq den magnetischen Kraftlinien verschoben wird.

Die Zunahme des hydrostatischen Drucks durch magnetische Kräfte zeigte sich unabhängig vom Durchmesser und der Länge der U-förmigen Röhre, sobald die magnetische Kraft an allen Stellen der Flüssigkeitskuppen constant war.

Legt man eine flache Luftblase unter die obere horizontale Polfläche in eine magnetische Flüssigkeit, so dass sie die untere Polfläche nicht berührt, und beobachtet die Luftblase mit einem horizontalen Kathetometer-Mikroskop, so ändert sich die Gestalt der Luftblase nicht bei dem Erregen des Elektromagneten.

Die Capillar-Constante der magnetischen Flüssigkeit an der Grenze mit Luft wird also durch die magnetischen Kräfte nicht merklich geändert. Die von den magnetischen Kräften herrührende Vergrößerung des Drucks auf die Luftblase im Innern der magnetischen Flüssigkeit ist dieselbe \neq und \perp zu den magnetischen Kraftlinien.

Eine ähnliche Luftblase in einer isolirenden Flüssigkeit zwischen horizontalen Condensatorplatten ändert beim Elektrisiren der Condensatorplatten ihre Gestalt sehr bedeutend; wird länger \neq den elektrischen Kraftlinien und schmaler \perp zu den elektrischen Kraftlinien.

Um diesen Unterschied elektrischer und magnetischer Druckkräfte auch bei dem stärkeren magnetischen Felde des Berliner Elektromagneten beobachten zu können, dessen bedeutendes Gewicht (8 Centner) keine Änderung der Lage der horizontalen Magnet-Kraftlinien gestattete, wurde ein anderes Verfahren eingeschlagen.

Ein dünner massiver Flintglasfaden wurde rechtwinklig gebogen, mit dem verticalen gerade abgeschnittenen Theile nach unten zwischen die verticalen Polflächen des Elektromagneten gestellt und an das untere Ende ein Flüssigkeitstropfen gehängt. Der von oben beleuchtete hängende Tropfen wurde von unten mit einem rechtwinkligen Prisma und einem Kathetometer-Mikroskop beobachtet.

Bei dem Erregen des Elektromagneten durch drei BUNSEN'sche Elemente blieb der horizontale Tropfendurchmesser \neq und \perp zu den magnetischen Kraftlinien ungeändert, bei

den magnetischen Flüssigkeiten

Mangansulfat	vom spec. Gewicht	1.4688
Manganchlorür	" " "	1.3695
Eisenchlorid	" " "	1.5083
Kobaltsulfat	" " "	1.2584

und dem diamagnetischen Wasser.

Auch ein Tropfen Eisenamalgam, an einem amalgamirten Kupferdrahte hängend, behielt denselben Durchmesser \neq und \perp zu den

Magnet-Kraftlinien bei Erregen des Elektromagneten. Wenn eine Verschiedenheit vorhanden war, muss sie weniger als $\frac{1}{2}$ Procent betragen haben.

Eine bedeutende Änderung der Gestalt der hängenden Tropfen einer magnetischen Flüssigkeit tritt aber sofort auf, wenn das Magnetfeld nicht an allen Stellen gleiche magnetische Kraft besitzt.

Mit der erwähnten Verschiedenheit elektrischer und magnetischer Kräfte ist es in Übereinstimmung, dass isolirende Flüssigkeiten im elektrischen Felde doppeltbrechend werden, während ich bei magnetischen Flüssigkeiten im magnetischen Felde eine solche Doppelbrechung nicht auffinden konnte.

II.

Es folgt aus diesen Versuchen, dass durch das Auftreten der magnetischen Kräfte der hydrostatische Druck an der Grenze von Luft und magnetischer oder diamagnetischer Flüssigkeit \perp und \parallel zu den magnetischen Kraftlinien dieselbe Zunahme oder Abnahme erleidet; dass der von den magnetischen Kräften herrührende Druck \perp und \parallel zu den magnetischen Kraftlinien gleich gross ist.

In einer homogenen Flüssigkeit im Innern eines magnetischen Feldes von constanter magnetischer Kraft müssen sich die magnetischen Druckkräfte das Gleichgewicht halten. Druckunterschiede können nur an der Grenze zweier heterogener Flüssigkeiten auftreten.

Ich habe diese Druckunterschiede für verschiedene magnetische und diamagnetische Flüssigkeiten an der Grenze mit atmosphärischer Luft in U-förmigen Glasröhren gemessen, wenn die Flüssigkeit im engen verticalen Schenkel der U-förmigen Röhre sich zwischen den verticalen Polflächen des Berliner Elektromagneten in einem Magnetfelde von der constanten magnetischen Kraft H_1 befand, der andere weite Schenkel ausserhalb des Magnetfeldes, oder nahezu in einem Magnetfelde von der magnetischen Kraft 0.

Die U-förmige Röhre wurde so lange verstellt, bis die Flüssigkeitskuppe in der Mitte des Magnetfeldes lag. Beim Öffnen des erregenden Stromes sank die Kuppe einer magnetischen Flüssigkeit oder stieg die Kuppe einer diamagnetischen Flüssigkeit um die Höhe h , der Druck nahm ab oder zu um eine Grösse

$$h \cdot \sigma = f \cdot H_1^2 \dots \quad 3.$$

$h\sigma$ misst den Druck in Grammen auf das Quadratcentimeter, wenn h in Centimetern gemessen ist. H_1 ist ebenfalls im C. G. S. System gemessen. f entspricht der Grösse $\frac{\mathfrak{H}_1 - 1}{8\pi}$ der Gleichung 2.

Die magnetische Steighöhe h erreichte bei meinen Messungen eine Grösse von 32^{mm} und mehr bei den magnetischen Flüssigkeiten; — 0.7^{mm} bei den diamagnetischen Flüssigkeiten. Dieselbe wurde für kleinere Steighöhen mit einem Kathetometer-Mikroskop bis auf 0.001^{mm} genau gefunden; für grössere Steighöhen mit einem gewöhnlichen Kathetometer gemessen.

Bei einem durch eine elektrodynamische Maschine erregten Elektromagneten des Karlsruher Polytechnicums, dessen Benutzung ich der Gefälligkeit des Herrn F. BRAUN verdanke und Mangansulfatlösung vom spec. Gewicht 1.4165 zwischen quadratischen Polflächen von 30^{mm} Seite und 6^{mm} Abstand habe ich sogar eine magnetische Steighöhe von 95^{mm} beobachtet, was etwa einer magnetischen Kraft von 20000 C. G. S. entsprechen würde.

In der Tabelle I. ist die magnetische Steighöhe in dem Magnetfelde des Berliner Elektromagneten zwischen Polflächen von 24^{mm} Durchmesser und 3.5^{mm} Abstand gegeben, wenn derselbe durch drei, zwei oder ein BUNSENS'sche Elemente erregt war und die magnetische Kraft des Magnetfeldes resp. 12019, 10221 oder 5990 C. G. S. betrug.

Die Temperatur des Zimmers wurde so constant wie möglich erhalten und schwankte etwa zwischen 18° und 20° C.

Tabelle I.

Magnetische Druckkräfte in magnetischem Felde von constanter magnetischer Kraft.

	Spec. Gew.	H_1 C. G. S.			$f \cdot 10^6$			$f \cdot 10^6$
		12019	10221	5990				
		h						
	σ	3	2	1	3	2	1	Mittel.
Mangansulfat No. 1	1.4165	mm 32.464	mm 22.334	mm 8.309	293.4	276.0	288.9	286.1
" No. 2	1.2193	18.568	13.513	4.889	144.5	143.6	146.3	144.8
" No. 3	1.1476	12.031	9.316	3.331	88.12	93.28	93.85	91.75
Manganchlorür No. 1	1.3695	31.944	24.559	9.156	279.2	293.4	307.7	293.4
" No. 2	1.1891	18.127	13.662	5.065	132.6	136.6	142.5	137.2
Manganchlorür No. 1	1.3339	32.631	23.888	8.839	277.8	278.1	289.6	281.8
" No. 2	1.1739	18.614	13.518	4.934	139.4	138.5	142.2	140.0
" No. 3	1.1209	13.248	9.575	3.521	94.71	93.54	96.79	95.01
" No. 4	1.0357	3.831	2.793	1.028	25.33	25.24	26.14	25.57
Manganchlorür in Alkohol.	1.0304	22.739	16.577	6.303	14.95	14.89	15.93	15.26
Eisenchlorid in Wasser.	1.5083	33.679	25.055	9.156	324.1	329.5	338.9	330.8
Eisenchlorid i. Salzsäure No.1	1.3683	21.272	15.969	5.964	185.8	190.6	200.3	192.2
" " No.2	1.2600	9.491	7.068	2.609	76.33	77.69	80.68	78.23
" " No.3	1.2349	6.884	5.132	1.915	54.26	55.29	58.03	55.86
Eisensulfat No. 1	1.2217	12.662	9.132	3.350	98.74	97.34	100.5	99.89
" No. 2	1.1140	6.486	4.700	1.736	46.12	45.67	47.46	46.42
" No. 3	1.0750	4.267	3.073	1.114	29.27	28.81	29.39	29.16

	Spec. Gew.	H_1 C. G. S.			$\cdot 10^6$			$\cdot 10^6$
		12019	10221	5990				
		h						
		3	2	1	3	2	1	Mittel.
	σ	mm	mm	mm				
Ammonium-Eisensulfat	1.1191	4.566	3.348	1.163	32.61	32.68	31.95	32.41
Eisenchlorür No. 1	1.3096	20.643	15.635	5.687	172.5	178.5	182.7	177.9
No. 2	1.1074	7.840	5.914	2.189	55.38	57.10	59.46	57.3
Kobaltsulfat No. 1	1.2584	11.827	8.550	3.096	94.97	93.85	95.63	94.82
No. 2	1.1328	6.237	4.524	1.666	45.10	44.71	46.33	45.38
No. 3	1.0903	4.200	3.022	1.092	29.21	28.74	29.21	29.05
Ammonium-Kobaltsulfat	1.1055	3.154	2.283	0.840	22.25	22.02	22.79	22.35
Kobaltchlorür No. 1	1.1290	8.723	6.352	2.368	62.85	62.56	65.61	63.67
No. 2	1.0661	4.166	3.000	1.126	28.34	27.90	29.46	28.57
Nickelsulfat No. 1	1.2921	5.517	3.925	1.386	45.50	44.24	43.96	44.57
No. 2	1.1495	2.584	1.959	0.697	18.95	19.64	19.66	19.42
No. 3	1.1020	1.703	1.236	0.441	11.98	11.89	11.93	11.93
Ammonium Nickelsulfat	1.0429	0.075	0.062	0.023	0.500	0.563	0.589	0.551
Nickelchlorür No. 1	1.1385	3.444	2.474	0.888	25.02	24.57	24.81	24.80
No. 2	1.0605	1.381	1.028	0.378	9.344	9.504	9.835	9.561
Kaliumeisencyanid	1.1381	0.886	0.686	0.230	6.434	6.810	6.424	6.556
Kupfersulfat	1.1651	0.660	0.493	0.192	4.908	5.011	5.492	5.137
Ather	0.7152	-0.730	-0.496	-0.184	-3.332	-3.094	-3.229	-3.218
Alkohol	0.7929	-0.684	-0.476	-0.190	-3.461	-3.293	-3.698	-3.484
Benzol (aus Benzoesäure)	0.8822	-0.605	-0.449	-0.169	-3.407	-3.455	-3.660	-3.507
Terpentinöl	0.8690	-0.652	-0.480	-0.154	-3.616	-3.639	-3.285	-3.513
Salpetersäure	1.3872	-0.401	-0.283	-0.108	-3.549	-3.424	-3.676	-3.550
Kalibichromat	1.0545	-0.534	-0.404	-0.130	-3.592	-3.715	-3.363	-3.557
Benzol (aus Steinkohlenth.)	0.8780	-0.597	-0.479	-0.170	-3.346	-3.668	-3.661	-3.558
Steinöl	0.7988	-0.719	-0.531	-0.185	-3.665	-3.700	-3.627	-3.664
Borwolframs. Cadmium.	3.2935	-0.180	-0.130		-3.783	-3.735		-3.759
Zinnchlorür	1.4651	-0.419	-0.283		-3.918	-3.617		-3.767
Schwefelkohlenstoff No. 1	1.2644	-0.450	-0.367	-0.121	-3.632	-4.049	-3.756	-3.812
Schwefelkohlenst. + Schwefel	1.3976	-0.467	-0.319	-0.102	-4.166	-3.889	-3.499	-3.851
Rapsöl	0.9159	-0.674	-0.483	-0.173	-3.941	-3.859	-3.889	-3.891
Kaliumeisencyanür	1.1723	-0.563	-0.403	-0.118	-4.212	-4.121	-3.395	-3.909
Schwefelkohlenstoff + Jod	1.2636	-0.502	-0.359	-0.124	-4.049	-3.958	-3.846	-3.951
Schwefelkohlenstoff No. 2	1.2644	-0.480	-0.370	-0.129	-3.874	-4.082	-4.005	-3.987
Glycerin	1.2518	-0.510			-4.072			-4.072
Ammoniak	0.9307	-0.680	-0.498	-0.184	-4.039	-4.042	-4.204	-4.095
Salzsäure	1.1651	-0.538	-0.407	-0.155	-4.001	-4.137	-4.433	-4.190
Schwefelsäure	1.8326	-0.332	-0.257	-0.102	-3.884	-4.109	-4.588	-4.194
Wasser	0.9983	-0.658	-0.466	-0.179	-4.230	-4.101	-4.484	-4.270
Wismuthnitrat	1.6251	-0.472	-0.295		-4.895	-4.181		-4.538
Magnesiumsulfat	1.2500	-0.566	-0.403	-0.155	-4.515	-4.394	-4.755	-4.555
Zinnchlorid	1.8555	-0.409	-0.278		-4.844	-4.500		-4.672
Zinksulfat	1.4393	-0.474	-0.363	-0.147	-4.354	-4.557	-5.193	-4.701
Calciumchlorid	1.3392	-0.597	-0.432	-0.141	-5.103	-5.047	-4.634	-4.928
Jodkalium — Jodquecksilber	3.0843	-0.271	-0.190	-0.066	-5.335	-5.113	-4.997	-5.148
Jodbarium — Jodquecksilber	3.5266	-0.273	-0.194		-6.146	-5.983		-6.064

Die Constante f ist gleich der mit 8π dividirten Differenz der Dimagnetisirungs-Constanten von Flüssigkeit und atmosphärischer Luft. Die Zahlen der mit $f \cdot 10^6$ überschriebenen Spalte geben die Druckzunahme in Grammen auf das Quadratcentimeter Grenzfläche von Flüssigkeit und atmosphärischer Luft im Innern der Flüssigkeit, wenn der enge Schenkel der U-förmigen Röhre mit dieser Grenzfläche in ein Magnetfeld von der Kraft 100000 C. G. S. gebracht wird.

Die letzte Spalte enthält die arithmetischen Mittel der für die verschiedenen magnetischen Kräfte gefundenen Werthe von f .

Dieselben sind je nach der Concentration der Flüssigkeit und der Natur des aufgelösten Salzes verschieden.

Man kann auch h beobachten und daraus mit Gleichung 3 und den in Tabelle I gegebenen Werthen der Grösse f auf die Grösse der magnetischen Kraft H_1 des Magnetfeldes schliessen. Schwankungen der magnetischen Kraft, wie sie den Schwankungen der Stromstärke bei einer den Elektromagneten erregenden dynamo-elektrischen Maschine entsprechen, machen sich durch momentane Schwankungen der magnetischen Flüssigkeitskuppe bemerkbar. Es dürfte sich diese Beobachtungsmethode daher für technische Zwecke zur Bestimmung der magnetischen Kraft eines Magnetfeldes sehr empfehlen.

Kommt es nicht auf die äusserste Genauigkeit an, so wird für solche Messungen die magnetische Flüssigkeit in einen langen, horizontalen, schmalen Glastrog gebracht und dieser so aufgestellt, dass ein Theil innerhalb, ein Theil ausserhalb des Magnetfeldes liegt. In den Glastrog wird dann, ähnlich wie in eine Wellenrinne, ein vertikaler Streifen schwarzes Papier getaucht. An dem theilweise benetzten Papierstreifen lässt sich die Curve der Flüssigkeits-Oberfläche erkennen und daraus mit Berücksichtigung des Capillardrucks auf die Vertheilung der magnetischen Kraft des Magnetfeldes schliessen.

Dieselbe Methode lässt sich auch auf Gase anwenden, indem man die atmosphärische Luft über einer diamagnetischen Flüssigkeit durch andere Gase ersetzt. Ich werde die Resultate dieser Untersuchung, mit der ich zur Zeit noch beschäftigt bin, später mittheilen.

III.

Die magnetischen Druckkräfte lassen sich auch benutzen zur Berechnung der Grösse, welche Hr. G. WIEDEMANN¹ Atommagnetismus der Metalle genannt hat bei einer Reihe Salze von ähnlicher chemischer Zusammensetzung.

¹ POGGENDORFF, ANN. 126 S. 23. 1865. G. WIEDEMANN, die Lehre von der Electricität 3. Aufl. III. S. 852. 1883.

Die bei einer Salzlösung von magnetischen Kräften hervorgebrachte Zunahme des Drucks Δp besteht aus zwei Theilen Δp_1 und Δp_2 . Der erste Theil Δp_1 rührt her von dem Wasser oder dem Lösungsmittel, das in der Volumeneinheit der Flüssigkeit enthalten ist; der zweite Theil Δp_2 von dem wasserfreien Salz in derselben Volumeneinheit.

Nimmt man

G den Procentgehalt der Salzlösung an wasserfreiem Salz,

A das Äquivalentgewicht des Salzes,

H_1 die magnetische Kraft des Magnetfeldes,

σ das specifische Gewicht,

h die magnetische Steighöhe der Flüssigkeit,

σ_w das specifische Gewicht des Wassers,

h_w die magnetische Steighöhe des Wassers für dieselbe magnetische Kraft H_1 ,

so ist

$$\Delta p = h \cdot \sigma = \Delta p_1 + \Delta p_2 \quad 4.$$

$$\Delta p_1 = h_w \sigma_w \cdot \frac{100 - G}{100} \quad 5.$$

$$\Delta p_2 = \mathfrak{A} \frac{G\sigma}{A} \cdot H_1^2 \quad 6.$$

und daraus

$$\mathfrak{A} = \left(h - h_w \frac{\sigma_w}{\sigma} \cdot \frac{(100 - G)}{100} \right) \frac{A}{G} \frac{1}{H_1^2} \quad 7.$$

\mathfrak{A} wäre die magnetische Druckkraft in Grammen auf 1 Quadratcentimeter, um welche das wasserfreie Salz stärker drücken würde, als die atmosphärische Luft, in einem Magnetfeld von der magnetischen Kraft 1, wenn in der Volumeneinheit A^{gr} des wasserfreien Salzes vertheilt wären, oder so viel Gramm Salz, wie die Äquivalentzahl desselben angiebt.

Die von Hrn. G. WIEDEMANN Atommagnetismus genannte Grösse müsste proportional mit der Constante \mathfrak{A} der Gl. 7 sein.

Die letzte Spalte der Tabelle II enthält die Werthe von \mathfrak{A} mit Gl. 7 aus den beobachteten magnetischen Steighöhen h^{cm} berechnet, wenn man folgende Äquivalentzahlen zu Grunde legt:

H = 1	Cr	52.45
N = 14.01	Mn	54.80
O = 15.96	Fe	55.88
S = 31.98	Co	58.60
Cl = 35.37	Ni	58.60
K = 39.03	Cu	63.18
Ca = 39.91	Zn	64.88
Mg = 23.94	Sn	117.35
	Bi	207.5

Möglicher Weise waren die von mir benutzten Salze nicht ganz eisenfrei und würde ein solcher sehr geringer Eisengehalt besonders bei kleinen Werthen von \mathfrak{A} einen störenden Einfluss haben, um so mehr, je geringer die Concentration der betreffenden Salzlösung war.

Tabelle II.

		Spec. Gew. σ	Proc. Gehalt G.	$\mathfrak{F} \cdot 10^6$	$\mathfrak{A} \cdot 10^8$
Mangansulfat No. 1.....	MnSO ₄	1.4165	35.74	286.1	8.602
" No. 2.....	"	1.2193	20.96	144.8	8.742
" No. 3.....	"	1.1476	14.83	91.75	8.448
Manganchlorür No. 1.....	MnCl ₂	1.3695	33.48	293.4	8.114
" No. 2.....	"	1.1891	19.36	137.2	7.918
Manganchlorür No. 1.....	MnCl ₂	1.3339	31.93	281.8	8.388
" No. 2.....	"	1.1739	18.27	140.0	8.403
" No. 3.....	"	1.1209	12.79	95.01	8.656
" No. 4.....	"	1.0357	4.60	25.57	7.835
Manganchlorür in Alcohol..	MnCl ₂	1.0304	23.15	15.26	8.174
Eisenchlorid in Wasser....	FeCl ₃	1.5083	48.18	330.8	7.429
Eisenchlorid i. Salzsäure No. 1	FeCl ₃	1.3683	30.88	192.2	7.501
" No. 2	"	1.2600	16.17	78.23	6.547
" No. 3	"	1.2349	11.34	55.86	6.892
Eisensulfat No. 1.....	FeSO ₄	1.2217	20.20	99.89	6.271
" No. 2.....	"	1.1140	11.12	46.42	6.156
" No. 3.....	"	1.0750	7.67	29.16	6.102
Ammonium-Eisensulfat....	FeSO ₄ + (NH ₄) ₂ SO ₄	1.1191	14.61	32.41	6.262
Eisenchlorür No. 1.....	FeCl ₂	1.3096	27.52	177.9	6.363
" No. 2.....	"	1.1074	10.90	57.31	6.422
Kobaltsulfat No. 1.....	CoSO ₄	1.2584	21.05	94.82	5.723
" No. 2.....	"	1.1328	11.73	45.38	5.714
" No. 3.....	"	1.0903	8.13	29.05	5.751
Ammonium-Kobaltsulfat....	CoSO ₄ + (NH ₄) ₂ SO ₄	1.1055	12.64	22.35	5.352
Kobaltchlorür No. 1.....	CoCl ₂	1.1290	12.63	63.67	6.115
" No. 2.....	"	1.0661	6.72	28.57	5.882
Nickelsulfat No. 1.....	NiSO ₄	1.2921	21.63	44.57	2.647
" No. 2.....	"	1.1495	12.20	19.42	2.554
" No. 3.....	"	1.1020	8.50	11.93	2.619
Ammonium-Nickelsulfat....	NiSO ₄ + (NH ₄) ₂ SO ₄	1.0429	4.89	0.55	2.586
Nickelchlorür No. 1.....	NiCl ₂	1.1385	11.30	24.80	2.873
" No. 2.....	"	1.0605	6.02	9.56	2.750
Kaliumeisencyanid.....	K ₃ FeCy ₆	1.1381	22.06	6.556	1.295
Kupfersulfat.....	CuSO ₄	1.1651	14.84	5.137	0.811
Salpetersäure.....	2(HNO ₃)	1.3872	62.27	— 3.550	— 0.0283
Kalibichromat.....	K ₂ Cr ₂ O ₇	1.0545	10.60	— 3.557	— 0.0671
Zinnchlorür.....	SnCl ₂	1.4651	42.53	— 3.767	— 0.0397
Kaliumeisencyanür.....	K ₄ FeCy ₆	1.1723	24.50	— 3.909	— 0.1209

		Spec. Gew. σ	Proc. Gehalt G.	$f \cdot 10^6$	$\mathfrak{A} \cdot 10^8$
Ammoniak	$2(\text{NH}_3)$	0.9307	18.23	—4.095	—0.0122
Salzsäure	$2(\text{HCl})$	1.1651	32.82	—4.190	—0.0252
Schwefelsäure	H_2SO_4	1.8326	99.59	—4.194	—0.0225
Wismuthnitrat	BiN_3O_9	1.6251	45.39	—4.538	—0.1177
Magnesiumsulfat	MgSO_4	1.2500	22.22	—4.555	—0.0533
Zinnchlorid	SnCl_4	1.8555	51.00	—4.672	—0.0705
Zinksulfat	ZnSO_4	1.4393	33.33	—4.701	—0.0623
Calciumsulfat	CaCl_2	1.3392	34.54	—4.928	—0.0510

Bei den verschiedenen Oxydulsalzen des Mn, Fe, Co und Ni ist \mathfrak{A} nahezu dasselbe, unabhängig von der Säure oder den Stoffen, die sonst mit den Metallen verbunden sind.

Dieselbe Beziehung zeigen die von Hrn. G. WIEDEMANN gegebenen und auf ganz anderem Wege erhaltenen Zahlenwerthe des Atommagnetismus α , die ich in der folgenden Tabelle III mit den entsprechenden Mittel-Werthen von \mathfrak{A} zusammengestellt habe.

Tabelle III.

	$\mathfrak{A} \cdot 10^8$	Atommagnet. α	$\frac{\mathfrak{A} \cdot 10^8}{\alpha}$
Manganoxydulsalze	8.328	100.4	0.0849
Eisenoxydulsalze	6.263	83.1	0.0754
Kobaltoxydulsalze	5.756	67.2	0.0856
Nickeloxydulsalze	2.671	30.5	0.0876
Kaliumeisencyanid	1.295	16.1	0.0804
Kupfersulfat	0.811	10.8	0.0751
			0.0815

Aus dem Atommagnetismus α erhält man also durch Multiplication mit 0.0815 die von mir mit $\mathfrak{A} \cdot 10^8$ bezeichnete magnetische Constante.

1884.

IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

24. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtstags FRIEDRICH'S II.

Vorsitzender Secretar: Hr. CURTIUS.

Der vorsitzende Secretar eröffnete die Festsitzung, welcher der vorgeordnete Minister Hr. von GOSSLER beiwohnte, mit folgender Ansprache:

Man spricht und schreibt von einem Zeitalter FRIEDRICH'S des Grossen, wie man vom augustischen Zeitalter spricht und von dem Jahrhundert Ludwigs XIV., von der Zeit des Perikles und Alexander, indem man ausgezeichnete Epochen an den Namen eines Mannes knüpft, welcher berufen war, der Zeitgeschichte ihren Charakter zu geben. Aber wie verschiedenartig zeigt sich bei näherer Betrachtung die Begründung dieses Sprachgebrauchs, und für die Einleitung der heutigen Gedächtnissfeier mag es nicht ungeeignet sein, darauf einen Blick zu werfen, wie es doch mit dem 'Zeitalter FRIEDRICH'S des Grossen' eine ganz besondere Bewandniss habe.

Unter den genannten Epochen ist keine glänzender gefeiert worden als die des Caesar Augustus. Ein Dichterkreis, wie ihn Rom nie gesehen, begrüßte sie einstimmig als Beginn einer neuen Weltordnung, als die Rückkehr eines goldenen Zeitalters. Denn es war ja nicht nur ein Aufathmen aus der Noth der Bürgerkriege, nicht nur der Genuss eines lang entbehrten Friedensglücks, in den man sich schwärmerisch versenkte, sondern in der That der Anbruch eines hoffnungsreichen Tags, ein erneutes Bewusstsein von Einheit und Kraft. Die zertrüm-

menten Grundlagen alter Sitte wurden befestigt, und durch hellenische Bildung frische Lebenskräfte zugeführt. Die beiden Brudervölker verschmolzen mit einander, so dass in einer neuen Weltbildung das unrettbar Verlorene leichter verschmerzt und vergessen werden konnte.

Aber so vielversprechend die Aussichten waren, eine dauernde Wiedergeburt konnte nicht erzielt werden. Die Entwerthung und Beseitigung aller Hauptstützen des alten Gemeinwesens, der Übergang der Staatsleitung an einzelne Personen und den engen Kreis ihrer Vertrauten, die Erniedrigung des Bürgerthums, die Vernichtung unabhängiger Gesinnung, die Anwendung roher Gewalt und abergläubischer Mittel, um die künstlich aufgebaute Dynastie zu stützen — das waren die Klippen, an denen das Werk scheiterte, um dessen willen Augustus von den Besten seiner Zeit als der Genius einer glorreichen Wiedergeburt des römischen Staats gepriesen wurde!

Rom war ein Mittelpunkt der Weltgeschichte, wie es kein anderer Staat wieder werden konnte. Hat aber nicht das französische Reich des siebzehnten Jahrhunderts im Grunde dieselbe Stellung in Anspruch genommen? Waren denn für Ludwig XIV. die Nachbarstaaten zu etwas Anderem da, als um durch Ausbeutung ihrer Schwächen die eigene Herrschaft zu einer Weltmacht zu steigern? Es gelang ihm, wie Augustus, einem zerfallenen Reiche Einheit und Festigkeit zu geben. Auch er war von einem Kreise classischer Meister umgeben, welche zu dem beispiellosen Glanze des Hofes das Beste beitrugen. Auch hier wurde die Religion benutzt, die schrankenlose Berechtigung eines Willens zu legitimiren. Der einseitigen Durchführung eines künstlichen Staatsprincips zu Liebe wurden die wahren Interessen des Landes preisgegeben und Gut wie Blut der Unterthanen für eine egoistische Fürstenpolitik hingeopfert; darum musste die Herrlichkeit, welche die Welt eine Zeitlang geblendet hatte, noch bei Lebzeiten des vielgepriesenen Königs in das Gegentheil umschlagen.

Wie in Rom und in Frankreich, so war auch in Athen, als es seine Machthöhe erreicht hatte, die Aufgabe keine andere als die, dem von Parteien zerrissenen Gemeinwesen die einheitliche Leitung zu geben, deren ein Grossstaat nicht entbehren kann. Ein geborener Republikaner wie Octavian, verschaffte sich Perikles ohne Verfassungsbruch eine amtliche Stellung, in welcher er über die Mittel des Staats verfügen konnte. Er war der legitimste Fürst, der je einem Gemeinwesen vorgestanden hat; denn die Bürgerschaft beugte sich freiwillig vor der überragenden Hoheit seines Geistes, seiner Tugend und seiner Thatkraft. Er hat aus seiner Stadt das gemacht, was wir bei dem Namen Athen empfinden; durch Perikles ist sie eine heilige Stadt

geworden, deren Zinnen der Sieger von Chaironeia nicht anzurühren wagte. Welcher Staatsmann hat dauerhaftere Denkmäler hinterlassen!

Aber die Zeitverhältnisse vermochte er nicht zu bändigen. Durch die Pest vereinsamt, verlor er noch bei Lebzeiten die Zügel aus der Hand. Umsonst suchte er, in eine conservative Politik einlenkend, die Bürgerschaft zu reinigen, zu heben — sein brechendes Auge sah die Vaterstadt in das verderbliche Geleis zügelloser Volksherrschaft hinabrollen.

Noch flüchtiger war die Epoche Alexander's. Er war mehr Werkzeug als Urheber. Reich und Heer hatte ihm Philipp gebildet; Philipp hatte ihm die Bahn vorgezeichnet und griechische Cultur war die Macht des Siegs. So wie aber der Orient am Boden lag, ward der Sieger vom Geist des Orients überwunden und im Wahne der Gottgleichheit verläugnete er den hellenischen Helden, zu dem er von Aristoteles erzogen war. Was von dauerndem Bestande aus seinem Lebenswerke hervorging, entstand im Widerspruch zu seinen persönlichen Absichten, indem das geplante Weltreich durch seine eigenen Feldherren auf immer zerstört wurde.

So sind die weltgeschichtlichen Epochen, über denen ein Name, wie ein Stern culminirt, alle nur Momente einer fluthenden Bewegung gewesen, den Meerwellen gleich, deren Kamm sich in demselben Augenblick, wo sie den Gipfel erreicht haben, wieder zur Tiefe neigt.

In welchem Sinne sprechen wir nun von einem Zeitalter FRIEDRICH's?

Seine Regierung fällt nicht mit einer classischen Zeit einheimischer Cultur zusammen. Er war nicht wie Augustus und Perikles, wie Alexander und König Ludwig von einem Kranze hervorragender Meister der Kunst und Wissenschaft umgeben, deren Werke schon zu ihrer Zeit den zweifellosen Stempel des Mustergültigen hatten, von deren Ruhm ein guter Theil des Glanzes auf die Staatshäupter überging, um welche sie sich sammelten. Eines solchen Schmucks entbehrte die Krone FRIEDRICH's, der selbst die Muster des guten Geschmacks im Auslande suchte.

In FRIEDRICH's Staate war nicht, wie im Principate des Augustus, in dem Despotismus der Bourbonen, in der perikleischen Staatsverwaltung, die wir eine ideale Demagogie nennen können, oder in dem Feldherrnkönigthum des Macedoniers ein Verfassungstypus ausgebildet, dem wir in minder scharfer Ausprägung auch anderswo begegnen. Sein Regiment war so mit seiner Person verwachsen und so eigenartig, dass es in keinen Gattungsnamen aufgeht, und was bis dahin für unvereinbar gegolten hatte, die stolze Selbstherrschaft und die selbstverläugnendste Hingabe an das Gemeinwesen, hat er zu verschmelzen gewusst.

Seine Zeit war kein solcher Höhenpunkt wie die Epochen der andern grossen Regenten, sondern von Anfang bis zu Ende eine Zeit des Werdens, der inhaltreichsten Entwicklung. Bedenken wir, dass bei ihrem Beginnen GÖTSCHEW die geistige Welt beherrschte und am Ende derselben GÖTTE's vollendetste Dichtungen reiften, und wir erkennen auf das Deutlichste, dass wahrhaft grosse Männer zwiefach auf ihre Zeit wirken, einmal indem sie fest in's Auge gefasste Ziele mit unwiderstehlicher Entschlossenheit zu erreichen wissen, und zweitens indem sie durch eine weit greifende Anregung Wirkungen erzielen, welche ganz ausserhalb ihrer Absichten lagen. FRIEDRICH's spröde Haltung wurde den deutschen Dichtern ein Sporn, seine Anerkennung zu erwerben, und indem er durch seine Thaten dem deutschen Volke ein Vaterland und ein stolzes Selbstgefühl zurückgab, wurde er in höherem Grade zum Wohlthäter der erwachenden Nationalliteratur, als wenn er sein Sanssouci zu einer Schule höfischer Poesie gemacht hätte.

Wenn also FRIEDRICH's Zeitalter sich darin von den Epochen der andern, ihrer Zeit den Namen gebenden Regenten unterscheidet, dass es sich nicht in einen so scharf und knapp gemessenen Rahmen einspannen lässt, so erkennen wir darin ein Merkmal seiner hervorragenden Grösse. Denn seine Bedeutung beruht ja nicht auf einem Princip, welches, einseitig auf die Spitze getrieben, glänzende Erfolge erreicht, aber bald in das Gegentheil umschlägt: sie ruhte nicht auf Grundlagen, die sich unhaltbar erwiesen, oder auf Voraussetzungen, die an innerer Unwahrheit litten, wie die Verquickung einer Weltmonarchie mit den Einrichtungen einer Stadtrepublik oder die Selbstherrschaft eines genialen Mannes auf dem Boden ungemischter Demokratie. FRIEDRICH's Regierung war kein Experiment, das unter günstigen Umständen eine Zeitlang gelingen kann, keine eigenwillige Durchführung künstlich aufgebauten Maximen der Politik, sondern sittliche Normen waren es, die ihn leiteten, einfach und gross, die ewig wahr bleiben, wenn es gilt einen jungen Staat stark zu machen und zu einer geschichtlichen Mission zu erziehen.

Während die andern Epochen in vorübergehendem Glanze leuchteten und schon bei Lebzeiten der Staatsleiter die Lehre abgaben, dass der eingeschlagene Weg nicht zum Heile führe, ist FRIEDRICH's Zeit keine mit seinem Tode abgeschlossene, sondern der Schooss reicher Entwicklung, der Beginn eines neuen Lebenspulses, der, matter oder kräftiger, der Pulsschlag Preussens geblieben ist. Den anderen Regierungen glänzenden Ruhms ist der Verfall im eigenen Staate auf dem Fusse gefolgt, während FRIEDRICH's Wirken über seine Grenzen weit hinausreichte.

Denn wie einst nach den Tagen von Marathon und Salamis die Besten der Hellenen sich daran erkennen liessen, dass sie, von kleinlicher Scheelsucht frei, in Athen den Staat der Zukunft erkannten, so war es in Deutschland der Staat FRIEDRICH's, um welchen die Männer von vaterländischer Gesinnung und hellem Blick sich sammelten, die Propheten des kommenden Reichs, dessen Grundstein FRIEDRICH gelegt hat.

Auch darin ist König FRIEDRICH ein Vorbild geworden, dass er den herkömmlichen Gegensatz idealer und realer Bestrebungen in seiner Person überwunden hat, ein Held des Geistes, schöpferisch in Wissenschaft und Kunst, wie er ein Mann der That war als Feldherr und praktischer Staatsmann. So hat er seinem Staat die Bahn gewiesen, in der Entwicklung aller menschlichen Anlagen seine Macht und seine Grösse zu suchen. In diesem Sinne hat er unsere Akademie neu gegründet. Darum sind auch wir berufen, seine Zeit nicht als eine abgeschlossene hinter uns liegende Vergangenheit anzusehen, sondern in sein Lebenswerk einzutreten, indem wir mit der selbstverläugnenden Hingebung und tapferen Entschlossenheit, deren auch der Gelehrtenberuf nicht entbehren kann, das fortzuführen suchen, was dem Zeitalter FRIEDRICH's des Grossen seine bleibende Bedeutung giebt.

Sodann berichtete derselbe über die seit dem letzten Jahrestage FRIEDRICH's des Grossen eingetretenen Personalveränderungen.

Die Akademie verlor durch den Tod drei ordentliche Mitglieder: PETER THEOPHIL RIESS, WILHELM PETERS und CARL BOGUSLAW REICHIERT, die Ehrenmitglieder EDWARD SABINE und PETER MERIAN, die Correspondenten der physikalisch-mathematischen Classe HENRY STEFFEN SMITH, JOSEPH PLATEAU und HERMANN SCHLEGEL, und die der philosophisch-historischen Classe LORENZ DIEFFENBACH, ARNOLD SCHÄFER, AD. FR. HEINRICH SCHAUMANN und HENRI MARTIN.

Gewählt wurden zu auswärtigen Mitgliedern die früheren Correspondenten CHARLES HERMITE und ADOLFE WÜRTZ in Paris; zum Ehrenmitgliede EARL OF CRAWFORD AND BALCARRES in Duncuch (Aberdeen); zu correspondirenden Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Classe BENJAMIN GOULD in Cordoba und SIMON NEWCOMB in Washington, der philosophisch-historischen Classe KARL VON NOORDEN in Leipzig, welcher, durch einen frühzeitigen Tod hingerafft, seine Ernennung nicht mehr hat erhalten können.

Endlich machte der Vorsitzende folgende Mittheilung: Die durch das Allerhöchste Patent vom 18. Juni 1844 angeordnete Commission,

die Seiner Majestät das beste der 1878 bis Ende 1882 erschienenen Werke über deutsche Geschichte behufs Ertheilung des zum Andenken an den Vertrag zu Verdun gestifteten Preisen zu bezeichnen hatte, ist nach erfolgter Ernennung der Mitglieder im vorigen Jahre vorschriftsmässig zusammengetreten. Dieselbe hat zufolge des Berichts vom 28. October beschlossen, HEINRICH VON TREITSCHKE's Deutscher Geschichte im 19. Jahrhundert Band 1 und 2, den Preis zu ertheilen. Seine Majestät der Kaiser und König haben geruht, durch Allerhöchsten Erlass vom 21. Januar diesen Beschluss der Commission zu bestätigen und unter dem Ausdruck Seiner besonderen Anerkennung dem Prof. Dr. HEINRICH VON TREITSCHKE den stiftungsmässigen Preis von 1000 Thaler Gold nebst der goldenen Denkmünze auf den Vertrag von Verdun zu ertheilen. Auf Grund der Bestimmung in der Allerhöchsten Ordre vom 22. December 1862 wird dies im Auftrage des vorgeordneten Hrn. Ministers heute am Jahrestage FRIEDRICH's des Grossen durch die Akademie der Wissenschaften öffentlich bekannt gemacht.

Hierauf hielt Hr. von SYBEL den folgenden Vortrag.

DE CATT'S Memoiren.

VON VON SYBEL.

An dem heutigen Tage wird, wie ich hoffe, eine Mittheilung nicht unwillkommen sein über ein Werk zur Geschichte FRIEDRICH'S des Grossen, welches, nur wenigen Personen sichtbar geworden und von ihnen kaum benutzt, längere Zeit hindurch so gut wie verschollen, demnächst aus einer im Geheimen Staatsarchiv befindlichen Handschrift in unsern Archivpublicationen grossentheils zum Abdruck gelangen soll, ein Werk, welches ich in jeder Beziehung für eine der interessantesten Bereicherungen unserer Kenntniss des grossen Königs halten muss.

Im Frühling 1756 studirte ein junger Litterat aus der französischen Schweiz Namens DE CATT in Utrecht Philologie. Es traf sich, dass damals der König von einer Truppenschau in Wesel einen Abstecher nach Holland machte, nur von dem Obersten BALBY und einem Lakaien begleitet, im strengsten Incognito, beinahe verkleidet in einem zimtfarbenen Rocke und einer grossen schwarzen Perrücke, unter dem Titel eines ersten Musikers (oder Kapellmeisters) Seiner Majestät des Königs von Polen. Während der Fahrt von Amsterdam nach Utrecht, wo er die Cabine der kleinen Treckschuyte gemiethet hatte, begegnete er auf dem Verdeck dem jungen CATT; Äusseres und Haltung desselben gefielen ihm so wohl, dass er ihn, etwas aus der Rolle fallend, kurzweg fragte: Wer seid Ihr? wie heisst Ihr? Die Antwort lautete ebenso kurz: Wer seid Ihr? wie kommt Ihr zu solchen Fragen? Der König kehrte ihm sofort den Rücken; der Mann aber gefiel ihm nur um so besser, und gleich darauf lud er ihn in die Cabine ein, wo er sich bequemer befinden würde, als unter der Gesellschaft des Verdecks. Hier entspann sich denn sogleich ein interessantes Gespräch, wo der zimtfarbene Herr sich in Philosophie, Politik und Litteratur gleich bewandert zeigte, und stets in lebhaftem, einschneidendem, entscheidendem Tone redete. Einmal erging er sich sehr geringschätzig über die Könige überhaupt und die zeitgenössischen Fürsten insbesondere. Indem er einige Untugenden derselben scharf kritisirte, fuhr er fort: was aber mich betrifft — plötzlich besann er sich,

machte eine Pause, und schloss dann seinen Satz: ich mag mich mit diesen Herren nicht einlassen. CATT war frappirt: jener also setzte sich den anderen Königen entgegen; er sah in die grossen, tiefen Augen seines Reisegefährten und meinte zu errathen, mit wem er zu thun habe. Er fragte: was halten Sie von dem Könige von Preussen? Der soll ja, sagte der Andere, eine Masse Papier mit geschmackloser Prosa und prosaischen Versen verderben; da ist er in Gefahr, alle Pedanterie königlicher und gelehrter Pedanten in sich zu vereinigen. In Utrecht angelangt, trennte man sich in der freundlichsten Weise, und einige Wochen später erhielt CATT aus Potsdam einen Antrag, als Lector in den Dienst des Königs zu treten. Er nahm an; seine Reise nach Berlin wurde aber durch eine langwierige Krankheit verzögert, so dass er erst im März 1758, im dritten Jahre des siebenjährigen Krieges, im damaligen Hauptquartier des Königs zu Breslau sich einfinden konnte.

Der sympathische Eindruck, welchen auf der holländischen Treckschuyte CATT dem Könige gemacht, erhielt sich auch in dem neuen Verhältniss. CATT war ein begabter, kluger und sehr gebildeter Mann, im Gefühl dieser Vorzüge etwas hochmüthig, so dass er nichts dagegen hatte, an seinem königlichen Beschützer zuweilen kleine Schwächen zu constatiren; er erwies sich jedoch stets als zuverlässig und verschwiegen, liess sich durch keine Vertraulichkeit aus seiner ehrerbietigen Haltung bringen, sprach niemals ungefragt, antwortete aber auf jede Frage verständig und mit vollkommenem Freimuth. Der König legte ihm gleich in den ersten Tagen seine damalige Lebensweise dar. Er stehe Morgens um zwei Uhr auf, oft mit schwerer Selbstüberwindung, aber der Kammerdiener habe strenge Ordre, ihn nie wieder einschlafen zu lassen. (In Friedenszeiten erhob sich der König um fünf Uhr. Im Kriege deshalb noch früher, weil in den ersten Nachtstunden die Berichte der einzelnen Truppentheile anzukommen pflegten, auf welche möglichst bald am Morgen Bescheidung erfolgen musste. Auch NAPOLEON lebte so während seiner Feldzüge, pflegte aber den Schlaf bei Tage nachzuholen, was FRIEDRICH, wie wir gleich sehen werden, nicht that.) Gleich nach dem Aufstehen nahm der König eine Tasse Caffee und empfing die eingelaufenen Briefe und Rapporte. Dann etwas Flötenspiel zur Erfrischung der Nerven. Dann kamen die Secretäre und erhielten die Weisungen für die hinausgehenden Erlasse und Befehle. Dann, wenn Zeit blieb, wissenschaftliche Lectüre bis zur Parade um elf Uhr. Um zwölf Uhr rasches Mittagessen, dann wieder »zur besseren Verdauung« eine Stunde Flötenspiel. Dann nochmals Eintritt der Secretäre zur Unterzeichnung der grösseren Briefe und Bescheide. Dann litterarische Beschäftigung

bis acht oder neun Uhr, zu welcher Zeit FRIEDRICH die Nachtruhe zu suchen pflegte. Dies Alles natürlich unter der Voraussetzung, dass nicht persönliche Theilnahme des Königs an Märschen und Gefechten die gewohnte Tagesordnung unterbrach.

CATT hatte nun in der Regel Befehl, gegen fünf Uhr Nachmittags bei dem Könige sich einzufinden. Wenn man aus seinem Titel: *Lecteur du Roi* schliessen wollte, dass er dann dem Könige hätte vorlesen sollen, so würde man irren. Im Gegentheil, sehr häufig las der König ihm vor oder recitirte ihm aus dem Gedächtniss Scenen aus RACINE'S Tragödien, oder liess sich von ihm eine auswendig gelernte Rede CICERO'S überhören. Ich spreche gerne, sagte FRIEDRICH, über den Inhalt eines eben gelesenen Buchs; er wird mir dann deutlicher und prägt sich meinem Geiste dauerhafter ein. Dann erklärte ihm der König, er wolle ihn in militärischen Dingen unterrichten; wer zu seiner näheren Umgebung gehöre, dürfe darin nicht so unwissend sein wie VOLTAIRE, der einmal einen Vers geliefert habe: die Kugel fliegt hinweg, dann flammt das Pulver auf — oder der ein anderes Mal ihm gesagt habe, wenn er, der König, einen Feind attackire, sei er wohl immer sehr wüthend. FRIEDRICH entwickelte weiterhin regelmässig seinem jungen Eleven seine Marsch- und Feldzugspläne, und mahnte ihn, über alle kriegerischen Vorkommnisse ein genaues Tagebuch zu führen. Allmählich kam der eigentliche Zweck dieser militärischen Schulung zum Vorschein: der König erzählte ihm, dass er die Geschichte dieses Krieges schreiben wolle, wenn er das Ende des abscheulichen Haders erlebe, und dass er deshalb wünsche, dafür ausser den eigenen Notaten auch solche eines anderen zuverlässigen Augenzeugen zu erhalten.

Bei Weitem der grösste Theil dieser Abendstunden verging aber in freiem Geplauder, (stets, wie kaum der Bemerkung bedarf, in französischer Sprache), wo der König in völligem Sichgehenlassen über Alles und Jedes redete, über metaphysische Fragen, über Freiheit und Nothwendigkeit, über sittliche Zurechnung und Einwirken der Vorsehung, über seine Familienverhältnisse, seine Generale und seine litterarischen Freunde, über die Scandalechronik damaliger Höfe, über seine eignen Lebens- und Regierungsmaximen, über Erziehung und Unterricht, über classische und moderne Autoren, und dies Alles ohne Rücksicht noch Rückhalt, nicht apologetisch noch berechnend — obgleich CATT in seinem Selbstbewusstsein zuweilen meinte, der König habe vor ihm, CATT, eine gute Figur zu machen gesucht — sehr oft herbe, düster, melancholisch, zuweilen cynisch, dann wieder menschlich warm und weicherherzig, immer aber geistreich, interessant, nicht selten grandios. An der Echtheit der Äusserungen kann kein Zweifel

sein: wer hätte die Fähigkeit haben sollen, diese Dinge zu erfinden? CATT giebt denn auch mehrmals an, dass er gleich nach dem Ende jedes Gesprächs den Inhalt desselben in möglichster Treue aufgezeichnet habe. Man ist erstaunt über das grenzenlose Vertrauen, was der König bei diesen Eröffnungen dem eben erst bekannt gewordenen jungen Manne schenkt: mehrmals hörte denn auch CATT von Anderen, dass der König sich sehr rasch ein Urtheil über einen Menschen bilde — nicht immer ein richtiges — und dann mit unverwüstlicher Zähigkeit daran festhalte. Man ist nicht minder erstaunt über die Fülle mannichfaltiger Interessen, für welche in der Seele des Königs Raum war inmitten dieser schlimmsten Jahre des siebenjährigen Krieges, wo ihn, gegenüber einer vierfachen von allen Seiten ihn bedrängenden Übermacht, keinen Augenblick das Bewusstsein verliess, dass er auf dem Rande eines Abgrundes dahin wandere, in welchen jeder Fehltritt ihn, das Heer und den Staat zerschmetternd hinabstürzen konnte. Indessen eben dies mag auch die Veranlassung der Gespräche erklären. Lectüre und Poesie, sagte der König einmal, es sind meine einzigen Mittel, um die erdrückenden Sorgen, die mich in jedem Augenblick umringen, für eine kurze Weile zu vergessen und meine Seele sich wieder aufrichten zu lassen. Aber auch abgesehen von den Kriegsgefahren bedurfte FRIEDRICH der Ablenkung und Abspannung, wenn nicht Gehirn und Nerven vor der Zeit verbraucht und zu Grunde gerichtet werden sollten. Völlige Unthätigkeit dient zu diesem Zwecke nicht; denn während einer solchen wirken die Gedanken mit doppeltem Eifer weiter. Was man braucht, ist ein Thun, welches den Geist ohne Anstrengung gerade so weit beschäftigt, um ihn nicht zu aufreibender Hervorbringung gelangen zu lassen. Viele andere schöpferische Geister haben dasselbe Bedürfniss empfunden und es in mannigfacher Weise befriedigt. MACAULAY und KAULBACH sammelten dazu eine fröhliche Kinderschaar um sich, für die sie neue Spiele erdachten: FELIX MENDELSSOHN löste geometrische Aufgaben oder erfand Rebus; HEGEL und LIEBIG konnten die tägliche Whistpartie nicht entbehren. FRIEDRICH, der meines Wissens nie eine Karte berührt hat, verwandte, wie es scheint, die Causerie in gleicher Absicht. Einsame Lectüre hätte ihn nicht völlig von den pressenden Problemen des Tages abgezogen; dichterische Production ist schön, aber nicht eben in jeder Stimmung und jeder Stunde thunlich. Also wie GOETHE seinen ECKERMANN, so hielt sich FRIEDRICH seinen Lector, zu dessen gutem Gesichte er einmal Zutrauen gefasst, und welcher dasselbe so viel bekannt, niemals getäuscht hat — es wäre denn, dass man seine nächtlichen, für die Nachwelt bestimmten Aufzeichnungen als Vertrauensbruch bezeichnen wollte.

CATT's Niederschrift, welche vor Jahren von seinen Erben für das Archiv gekauft worden ist, erstreckt sich auf die Zeit vom März 1758 bis zum Juli 1760, und wird überschläglich, obgleich nicht Alles zur Veröffentlichung geeignet ist, einen stattlichen Band füllen. Ich kenne kein anderes Werk, welches die Individualität des Königs in ihren intimsten Bezügen auch nur annähernd in ähnlicher Anschaulichkeit uns vor Augen stellte; die entsprechenden Mittheilungen von VALORI, MITCHELL und THIÉBAULT sind dürftig im Vergleiche mit CATT. Auch der grössere Theil von FRIEDRICH's Correspondenz, wo politische oder litterarische Zwecke die Mittheilung bestimmen, verhüllt den Kern der Persönlichkeit mehr als er, wie es in unseren Gesprächen geschieht, ihn offen legte. Eine gründliche Berichterstattung über das Buch würde nun im Einzelnen darzulegen haben, welche neuen Züge in dem Bilde FRIEDRICH's darin für uns erkennbar werden, oder auch, wo hier und da dem Lector ein Missverständniss oder ein Irrthum passirt ist: diese Aufgabe würde aber den Rahmen der heute mir zugemessenen Zeit bei Weitem überschreiten. Nur wenige Bemerkungen mögen gestattet sein. In sehr vielen dieser Unterredungen erörtert oder streift der König religiös-metaphysische Fragen. Sachlich erscheint hier nichts Unbekanntes, es ist der Deismus und Rationalismus der damaligen Aufklärung, wie er aus zahlreichen schon gedruckten Schriften und Briefen FRIEDRICH's bekannt ist. Höchst interessant aber ist einmal die nähere Ausführung, welche hier viele dieser Gedanken erhalten, sodann die Wahrnehmung, dass nicht selten seine Philosophie dem Könige die innere Beruhigung nicht gewährt, dass er seine kritische Skepsis wie gegen die kirchliche Orthodoxie, so auch gegen die rationalistische Metaphysik wendet, und dass er so, in gewissem Sinne KANT vergleichbar, als einziges Fundament seines inneren Daseins den Pflichtbegriff behält, welcher dann sein ganzes Leben durchdringt und beherrscht. Auffallend ist in unsern Gesprächen ferner das negative Moment: bei aller Intimität derselben fehlt jede Erwähnung der wechselnden Beziehungen der auswärtigen Politik. Von seinen Thaten redet, wie wir sahn, der König mit CATT, aber auch nur zum Zweck seiner künftigen Geschichtschreibung: überblickt man die Gesammtheit der Gespräche, so zeigt sich eine äusserst merkwürdige Thatsache. Wie die Standhaftigkeit ohne Gleichen ist, mit welcher FRIEDRICH sechs Jahre lang der permanenten Todesgefahr unbeugsam in das Auge blickte, als ebenso beispiellos wird man es erkennen müssen, dass er einer der genialsten Feldherren aller Zeiten war, ohne innere Freude an der militärischen Action, ohne Freude an Krieg und Sieg. Eine reiche und starke Natur, deren angeborene Neigung ganz und gar den Aufgaben der Cultur, der Pflege des Wohlstandes und des Rechtes, der

Entwicklung des Ackerbaus und Gewerbes, und vor Allem der Blüthe der Kunst und Wissenschaft zugewandt war, ein Fürst, der sich mit Krieg und Diplomatie nur aus Ehrgefühl, Pflichtbewusstsein und Vaterlandsliebe befasste, weil er als König sich damit befassen musste, und der dann sofort trotz der inneren Gleichgültigkeit sich zur grössten Meisterschaft in beiden Fächern emporhob.

Ich gehe hier nicht weiter darauf ein; ich ziehe es vor, durch wörtliche, wenn auch abgekürzte Mittheilung einer kleinen Probe Sie einen unmittelbaren Einblick in das Buch nehmen zu lassen.

Wie man weiss, stand FRIEDRICH im Sommer 1758 dem österreichischen Hauptheere unter Marschall DAUX in Schlesien gegenüber, als in seinem Rücken der Einbruch der grossen russischen Armee in die Neumark unter grässlichen Verheerungen des Landes erfolgte. Da General Graf CHRISTOPH DOUNA mit den dortigen Truppen zu schwach zum Widerstande war, beschloss FRIEDRICH selbst mit 14000 Mann hinüber zu eilen. Er zog hinaus, verzweifelten Muthes, fest entschlossen, die feindliche Übermacht anzugreifen, wo er sie fände; seinem Bruder HEINRICH hinterliess er genaue Instruktion für den Fall, dass er selbst im Kampfe getödtet würde. Morgen, sagte er am 8. August seinem Leetor, kommen wir in das behäbige Kloster Grüssau; dort könnt Ihr Euch von dem Hundeleben ausruhen, das ich Euch in den letzten Monaten habe führen lassen. Seine Meinung war, zu der scharfen Blutarbeit der nächsten Wochen den Friedensmann nicht mitzunehmen. In Grüssau schlief nach einem starken sommerheissen Marsche CATT den Schlaf des Gerechten so gründlich, dass er von dem Aufbruch des Hauptquartiers und dem Abmarsch der Truppen nichts merkte und dann mit Erstaunen vernahm, der König sei längst nach Landshut abgeritten. Da er ausser jener flüchtigen Äusserung FRIEDRICH's keine ausdrückliche Weisung erhalten hatte, sprengte er im Galopp nach Landshut nach. Die Officiere des Hauptquartiers fragten, ob er befohlen sei; auf seine Verneinung riethen sie ihm dringend ab, vor dem König zu erscheinen, da derselbe mehrere Officiere, die in gleicher Weise gekommen, mit harten Worten zurückgeschickt habe. In der That empfing FRIEDRICH den Leetor zuerst ungnädig genug: Wo kommt Ihr her? was wollt Ihr hier? Auf CATT's inständige Bitte, ihn den Zug mitmachen zu lassen, wurde der König freundlicher; hier war nicht, wie bei den Officieren, an einen persönlichen Ehrgeiz zu denken; FRIEDRICH gab die erbetene Erlaubniss, klopfte ihm auf die Schulter und dankte ihm für seine Anhänglichkeit. Am folgenden Marschtag wurde CATT in der gewohnten Weise Nachmittags vier Uhr zum Könige gerufen. »Einen Marsch, sagte FRIEDRICH, hätten wir hinter uns, aber ich brauche noch acht, bis

ich diese Barbaren treffen kann, die mein armes Land verwüsten und mit Jammer erfüllen. Gelingt es mir nicht, so wird man mich sicher tadeln, obgleich ich das Menschenmöglichste gethan hätte. Seht meine Lage, in der ich so oft gegen alle überlieferten Regeln handeln muss, sei es, um mich einer drohenden Gefahr zu entziehen, sei es, um meine Front gegen einen Gegner zu decken, während ich zum Kampfe gegen einen anderen in meinem Rücken eile. Fast immer muss ich mit einer Lebhaftigkeit und Kühnheit handeln, die in gewöhnlichen Verhältnissen aller Umsicht und Klugheit widerspräche. Aber die Noth zwingt mich; ich muss mehr auf günstigen Zufall rechnen, als es in weniger abscheulichen Umständen zu billigen wäre. Ich muss arbeiten wie Hercules, ohne die Kraft dieses Göttersohnes zu besitzen. Und bei allem guten Glücke, wie könnte ich bei dieser steten Nothwendigkeit rascher Entschliessung es vermeiden, Fehler zu machen? Ich hoffe, dass sachkundige Kritiker, welche meine Lage richtig erkennen, welche einsehen, dass ich trotz aller Energie endlich der mich bedrängenden Übermacht erliegen muss, mich mit einiger Nachsicht beurtheilen werden. Ihr seht also, wie es steht. Sollte es mir nicht gelingen, mich aus dieser verfluchten Klemme herauszuziehen, sollte jede Rettung für mich und das Vaterland verloren sein, dann betet, mein Freund, dass die erste feindliche Kugel mir den Kopf wegreißen möge. Gute Nacht.«

Der Marsch ging dann in rastloser Eile weiter, acht Tage lang, bis am 20. August Frankfurt an der Oder erreicht wurde. Der König las Tag für Tag, nach Erledigung der militärischen Geschäfte, am Morgen Cicero's Tusculanen und Abends denselben Autor über die Natur der Götter. Weniger als sonst erging er sich dabei gegen CATT in religiösen Reflexionen; nur einmal bei einer Stelle, in welcher die feste Ordnung des Weltalls geschildert wird, rief er aus: O, mein Freund, wer nicht einen höchsten Erhalter dieses Universums annimmt, muss den Verstand verloren haben; so viele bewundernswerthe Zwecke, so viele zutreffende Mittel bezeugen deutlich die Einsicht, die sie geschaffen hat; wir sehen ja die Einsicht bei den Menschen; daraus folgt das Dasein einer höheren Einsicht, die ihnen die Parcellen des Geistes, deren sie sich erfreuen, mitgetheilt hat. Seid Ihr nicht meiner Ansicht?

Ohne Zweifel, erwiderte CATT; die Ansicht und ihr Beweis sind unwiderleglich.

Ich möchte, sagte FRIEDRICH mit treffender Feinheit, hier nicht von Beweis, sondern von moralischer Evidenz reden.

In Frankfurt, am Abend des 20. August, forderte FRIEDRICH den Lector nochmals auf, hier zu bleiben, da es in den nächsten Tagen

zur Schlacht mit den Russen kommen müsste, wo CATT als Nichtkämpfer Unrecht thun würde, sich auszusetzen, gab aber dessen wiederholten Bitten, ihn auch dorthin begleiten zu dürfen, endlich nach.

Nach zwei weiteren Marschen sprach CATT den König am Abend des 22. in Gurgast einen Augenblick. Die Stunden der Greuel nähern sich (*voici les moments d'horreur qui s'approchent*), sagte FRIEDRICH. Wir sind hart am Feinde, brechen mit dem Beginn der Nacht auf, und passiren, wenn das Glück uns wohl will, morgen die Oder. Ruht Euch aus und vergesst nicht, für ein Wesen zu beten, welchem das Gebet des Gerechten äusserst Noth thut. Am 23. in Clossow, freute sich der König des vollbrachten Flussübergangs, der grimmigen Kampflust seiner Rache dürstenden Truppen, des glücklichen Manövers, wodurch er das Corps des Generals ROMANZOW von der feindlichen Hauptarmee abgeschnitten hatte. Der 24. verging in der unmittelbaren Vorbereitung für die am folgenden Tage bevorstehende Schlacht. CATT dachte sicher unter diesen Umständen nicht zum Könige befohlen zu werden; es geschah aber dennoch Abends um neun Uhr. Er fand den König in dem kleinen Zimmer einer Mühle mit Schreiben beschäftigt, er meinte, mit Schlachtbefehlen — aber nein, FRIEDRICH machte Verse.

Verse, rief CATT, und morgen liefert Ew. Majestät eine Schlacht!

Nun, sagte der König, was ist daran so Besonderes? Warum soll ich mich heute nicht zerstreuen wie sonst? den ganzen Tag habe ich mich mit der grossen Sache geplagt, sie nach allen Seiten gedreht und gewandt; mein Entschluss steht fest, mein Plan ist gemacht: ich denke, es ist mir erlaubt, Reime zu schmieden wie ein Anderer.

Erlaubt ohne alle Frage, räumte CATT ein; was mich in Erstaunen setzt, ist nur, dass in einem so kritischen Momente, wie dem Vorabend einer Schlacht, Majestät dazu disponirt sind.

Der König entgegnete: wärt Ihr so lange wie ich an diesem Schlachtemunfug gewohnt, so würdet Ihr weniger verwundert sein; übrigens, mein Herr, ich componire nicht, ich corrigire. Als ich vorher ROUSSEAU's Ode an ZINZENDORF las, fand ich zwei seiner Strophen tadelhaft, und ging daran, sie in bessere Form zu bringen. Diese kleine Arbeit erfrischt den Kopf und die Gedanken, und wahrhaftig, morgen thut es mir Noth, dass beide frisch sind.

Auf CATT's Bitte schenkte ihm der König bereitwillig das Autograph der beiden Strophen. CATT lobte die Verbesserung, meinte aber, eine ähnliche Arbeit bei einigen RACINE'schen Zeilen würde schwieriger sein; er citirte einen Vers aus *Athalie*. Gewiss, rief der König, das wäre schwierig; aber, wie wenn ich es versuchte? CATT bemerkt dazu: es reichte stets hin, ihn auf irgend eine Schwierig-

keit aufmerksam zu machen; sofort beschäftigte er sich, sie zu überwinden. FRIEDRICH ergriff die Feder: da wurden die Generale gemeldet. Wartet hier einen Augenblick, sagte der König; ich gehe hinaus, um ihnen die Dispositionen für morgen zu geben; ein Jeder muss genau wissen, was er zu thun hat. Nach einer halben Stunde kam er zurück: nun wohl, Alles ist besorgt; wenn Jeder thut, was er soll, wird es gut gehn; sehn wir nun, was wir mit RACINE'S Versen machen können. In einer Viertelstunde war er fertig, gab CATT sein Scriptum und sagte: jetzt wollen wir diese Trauben essen; wer weiss, wer sie morgen essen würde. Morgen, sagte er noch, wird mein linker Flügel angreifen; den rechten halte ich zurück; also bleibt auf dem rechten, wo Ihr, abgesehen von einigen Kanonenkugeln, leidlich sicher sein werdet. Ich bin todtmüde und gehe zu Bett; ich werde kein Wiegenlied brauchen, mich einzuschläfern. Gute Nacht; seht zu, wohin Ihr Euer Haupt legt.

CATT blieb bis Mitternacht im Freien, zeichnete dann in einem Zelte das eben gehabte Gespräch auf, und ging bald nachher wieder zur Mühle, wo der König eben seinen Caffee nahm. CATT fragte den dienstthuenden Lakeien, ob Se. Majestät etwas geruht habe. Geruht? fragte der Mann zurück. Sie haben so fest geschlafen, dass ich grosse Mühe gehabt habe, Sie zu wecken. Wenige Stunden nachher begann der Donner der Schlacht bei Zorndorf, wo 32000 Preussen nach hartnäckigem Ringen 50000 Russen bis zur Vernichtung schlugen.

Am Abend schrieb der König auf einer Trommel die Siegesdepesche nach Berlin. Als er CATT erblickte, rief er ihm zu: »nun, habe ich Recht gehabt, als ich einen Schlachttag als einen Tag der Greuel bezeichnete? und was sagt Ihr zu diesen Barbaren, die alle meine Dörfer und die armen Bauern darin verbrannt haben. Aber SEYDLITZ hat den Mordbrennern ihre Frevel reichlich heimbezahlt.« In den nächsten Tagen war dann viel von der Schlacht die Rede; FRIEDRICH entwickelte dem jungen Schweizer den Plan und die Erfolge der Kämpfe und liess ihn nach diesen Angaben eine Relation der Schlacht verfassen. Von seiner sonstigen Lectüre sprach zur Zeit der König nicht; erst am fünften Tage gestand er, dass er fortdauernd in seinem geliebten Lucrez, seinem Brevier in aller Traurigkeit, gelesen habe. Ihr seht, bemerkte er, dass ich Kummer habe. Das Leben eines irrenden Ritters führen, sich im Lande und auf den Landstrassen herumtreiben, fortdauernd neue Feinde antreffen, bei ihrer Menge an keiner Stelle etwas vollenden, all das, mein Freund, ist wenig erfreulich. Nicht diese Russen fürchte ich jetzt; ich habe Mittel genug, sie zu vertreiben: aber andere Widersacher drängen mich von anderer Seite, und es thut dringend Noth, sie zu treffen. Um mich ein wenig von

meinen düsteren Gedanken zu zerstreuen, lese ich meinen Freund Lucrez, und rufe mit ihm die mächtige Venus an, dass sie den grimmen Kriegsgott bestimme, nach so viel Elend dem preussischen Volke den Segen des Friedens wieder zu geben, und dessen irrendem Ritter die Rückkehr in sein theures Potsdam, in die Arme der Philosophie und zu der so lange entbehrten Ruhe zu verstatten.

So sprach dieser Kriegsheld wenige Tage nach seinem gewaltigen Siege bei Zorndorf. Es war dies aber derselbe Mann, der, während seine ganze Umgebung auf nachgiebigen Friedensschluss drängte, in der Festigkeit seiner Pflichttreue noch fünf Jahre lang den Kampf gegen die erdrückende Übermacht aufrecht hielt und mit unerschöpflich kühnen Combinationen endlich die Integrität des heimischen Staates glorreich bewahrte.

Ausgegeben am 31. Januar.

1884.

V.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

31. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

Hr. TOBLER las über das Buch des Uguçon da Laódho.
Diese Arbeit wird in den Abhandlungen der Akademie erscheinen.

Gegenbemerkungen zu der Abhandlung des Hrn. G. HIRSCHFELD über die Lage von Tavium.

Von H. KIEPERT.

(Vorgetragen am 10. Januar [s. oben S. 1].)

Tavium hat schon vor länger als einem Jahrhundert, im Besitz eines überaus mangelhaften der Kartenzeichnung zur Basis dienenden Materials, d'ANVILLE's Divinationsgabe ziemlich nahe an dieselbe Stelle gesetzt, welche vor einem halben Jahrhundert CH. TEXIER nach Ausführung der ersten specielleren Bereisung des Terrains in der spät-römischen Trümmerstätte von *Nefezköi* dafür in Anspruch nahm. Bei dieser Identification ist nach wiederholter Localuntersuchung auch G. PERROT stehen geblieben und mich davon zu entfernen habe auch ich, bei Gelegenheit wiederholter Kartendarstellungen jenes antiken Culturbodens keine Veranlassung gehabt. Nachdem jedoch nun Hr. G. HIRSCHFELD den weiten Spielraum, welcher solchen nur auf antike itinerarische Angaben gestützten Combinationen offen bleibt, benutzt hat, die gesuchte Ortslage gegen die bisherige Ansicht um einen vollen Breitengrad gegen Norden und auf die andere Seite des Halys zu verschieben,¹ ich selbst aber mich seinem Wunsche nicht habe entziehen mögen, seine Arbeit behufs Genehmigung zur Drucklegung der Akademie zu übergeben und die begleitende Kartenskizze in correcterer Gestalt umzuarbeiten, und dies natürlich als Zustimmung gedeutet werden könnte, so bleibt mir nur übrig, auch öffentlich die Bedenken darzulegen, die ich dem Hrn. Verfasser sogleich nach Kenntnissnahme seiner neuen Hypothese nicht vorenthalten habe. Seit Jahren beschäftigt mit der Verarbeitung des gesammten erreichbaren topographischen Materials zu einer neuen, binnen kurzem zu

¹ Hrn. HIRSCHFELD ist entgangen, dass er in dieser Combination schon einen Vorgänger gehabt hat in dem allerdings sehr unkritischen, aber vor einem halben Jahrhundert wenigstens in Deutschland noch in grossem Ansehen gestandenen Kartographen C. G. REICHARD, der in Tab. V seines grossen Atlas der alten Geographie, mit einem gegen d'ANVILLE kaum um etwas bereicherten topographischen Apparat arbeitend, Tavium ebenfalls in jenen äussersten nordöstlichen Winkel Galatiens, dicht an den Halys verschoben und Ecobriga mit Gangra zwar nicht, wie Hr. HIRSCHFELD identificirt, aber dicht aneinander gerückt hatte.

vollendenden Specialkarte der kleinasiatischen Halbinsel, war ich selbstverständlich überall, auch unabhängig von Hrn. HIRSCHFELD's Arbeit, auf erneute Prüfung der aus dem Alterthume auf uns gekommenen itinerarischen Angaben hingewiesen, und wenngleich in der zunächst in Rede stehenden Gegend auch nach den jüngsten Bereicherungen durch Hrn. HUMANN's und Hrn. HIRSCHFELD's eigene Reisen noch allzu empfindliche Lücken bleiben, um eine völlige Sicherung der antiken Ortslagen zu gestatten, so hoffe ich doch das Ziel so viel näher umgrenzen zu können, um die definitive Erreichung desselben einer nächsten Localuntersuchung wesentlich zu erleichtern.

Zunächst scheinen mir die von Hrn. HIRSCHFELD vorangestellten Argumente allgemeineren Inhalts, aus welchen er hofft »eine von den antiken Entfernungsangaben unabhängige Bestimmung gewinnen zu können« (S. 1244), durchaus nicht haltbar. Aus der Städteliste bei Hierokles dürfte man gerade den entgegengesetzten Schluss ziehen: wenn von den überhaupt sieben Städten, welche dieses Register in der ganzen Provinz Galatia I nennt, nachweislich sechs westlich des Halys lagen, so folgt daraus keineswegs dasselbe für Tavium als siebente, wenn man nicht das galatische Gebiet östlich des Flusses bis zur Grenze der Provinz Helenopontus als gänzlich leer annehmen will. Und warum soll für die in dieser Quelle niedergelegte spätrömische Provinzialeintheilung dem Flusslaufe eine Bedeutung beigelegt werden, die ihr Hr. HIRSCHFELD selbst, (S. 1245) für das zweite Jahrhundert, abspricht?

Ebensowenig Hülfe gewährt Ptolemaeus, da sein Text für den ganzen Halyslauf ausser der Mündung ausdrücklich nur eine, mit den übrigen Ortslagen schwer zu vereinigende Position bietet, während die für das hydrographische Netz natürlich vollständigere Kartengrundlage seiner Tafeln uns noch in keiner Ausgabe vorliegt.¹ Wohl

¹ Die unverdienter Weise sogar photolithographirte Publication von LANGLOIS nach der schlechten Athos-Handschrift mit ihren rohen Kartencarricaturen zählt natürlich nicht mit; noch in weitem Felde steht aber die von Hrn. C. MÜLLER verheissene Mittheilung der in den besten Codices erhaltenen handschriftlichen Karten und ihrer Varianten. Der Gefälligkeit desselben Gelehrten verdanke ich die Mittheilung, dass unter dem von ihm gesammelten vollständigen kritischen Apparat sich keine Abweichung in den Ziffern lg. 64¹/₂, lat. 41¹/₄ für die oben erwähnte *ἐπιστροφή τοῦ ποταμοῦ* (so auch in NOBBE's Ausgabe und in meiner Kartenskizze zu Hrn. HIRSCHFELD's Artikel) findet, die von WILBERG sogar in den Text gesetzte Conjectur GRASSHOFF's lg. 63¹/₂, also ebensowenig Autorität hat, als die willkürliche Zeichnung des Flusslaufes in des alten MERCATOR Reconstruction aus dem Texte, auf die sich Hr. HIRSCHFELD S. 1246 nicht hätte berufen sollen. Freilich lässt sich jene Stelle der »Umbiegung des Flusses« — nämlich aus der OW.-Richtung des Oberlaufes in die nach N. — schwer vereinigen mit den Ptolemäischen Positionen von Sebastia und Mazaca, den einzigen notorisch am oder nahe am Halys gelegenen Orten seiner Karte: aber über die Lage von Tavium auf der einen oder der anderen Flussseite entscheidet das nicht das mindeste.

aber können wir mit Beiseitelassen des Flusslaufes aus den ptolemäischen Städtepositionen des trokmischen Gebietes vielmehr ein Argument gegen Hrn. HIRSCHFELD entnehmen: dort steht Tavium, wenn nicht in der absoluten Mitte des Trokmer-Gebietes, doch derselben soweit genähert, dass zwischen ihm und der Nordgrenze gegen Paphlagonien auf einen halben Breitengrad noch mehrere andere Städte Platz finden. Für diese aber bleibt durchaus kein Raum in Hrn. HIRSCHFELD's Anordnung, die Tavium schon ziemlich an die äusserste Nordgrenze des galatischen Gebietes vorschiebt und bis zu seiner hypothetisch gezogenen Grenzlinie nur einen schmalen von Hochgebirgen erfüllten Streifen übrig lässt, in welchem er jene Städte der antiken Karte nicht wird unterbringen wollen. Von vornherein aber muss jene Grenzlinie Bedenken erregen, welche die Landschaft um das heutige *Iskeleb* Galatien zuweisen will, statt sie vielmehr bei Paphlagonien zu belassen, dem sie bisher allgemein aus dem guten Grunde zugetheilt worden ist, dass das benachbarte, gleichfalls auf dem Südatbange des Gebirges gegen die centrale Hochebene und sogar noch etwas weiter südlich gelegene Gangra nach Livius zur Zeit des römischen Einschreitens gegen die damals auf ihrem Gipfel stehende Macht der Galater Sitz eines paphlagonischen Fürsten gewesen ist; ein Umstand, der allerdings Hrn. HIRSCHFELD selbst (S. 1248) als zu seinem Systeme wenig passend, Bedenken erregt hat.

Dass nach Strabon dasselbe Gangra (übrigens mit dem ganzen westlichen Theile des Pontus) durch Deiotarus vorübergehend in galatischen Besitz gelangte, berechtigt nicht, noch für jene späte Zeit mit Hrn. HIRSCHFELD einen neuen keltischen Nebennamen jener Stadt anzunehmen, welcher dann auch in der Tabula (also doch wohl schon in der officiellen Reichskarte) neben Gangra, nur in einer ganz anderen Strassenverbindung, figuriren soll.¹ Doch mehr als dieses einzelne

¹ Hr. HIRSCHFELD versucht auch (S. 1248) den auf der Karte als hypothetisch angedeuteten Strassenzug von Ancyra nach jenem angeblichen Eobriga-Gangra zu stützen durch Heranziehung zweier von HAMILTON bemerkten Reste antiker Ortschaften, in welchen er die Stationen *Bolegasus* und *Sarmalius* des It. Ant. wiederfinden möchte. Die Unzulässigkeit dieser Combination ergibt sich leicht aus Vergleichung der antiken Maasse mit den Entfernungsangaben des Reisenden: zweimal sechs Stunden in bergigem Terrain können nicht zweimal 24 mp. entsprechen und eine thatsächlich grössere Entfernung als die Summe dieser beiden Stationen würde dann für die im It. nur zu 20 mp. angegebene Distanz *Sarmalius-Eobriga* übrig bleiben! Bestand überhaupt in römischer Zeit eine zweite Strasse zwischen Ancyra und Gangra neben der kürzesten über *Kaledjik*, so würde sie ohne Zweifel dem verhältnissmässig ebenen westlicheren Thalwege durch die Tschibuk-Owa gefolgt sein, den CHANIKOFF und TSCIIHATSCHEFF beschrieben haben, nicht aber dem nur zufällig von HAMILTON eingeschlagenen Bergwege. Die geringe Differenz in der Gesamtdistanz Ancyra-Eobriga (It. Ant. 68, T. P. 69 mp.) erlaubt übrigens ebensowohl die Angaben beider Quellen von ein- und derselben Strasse, nur mit inzwischen erfolgter Verlegung der Stationen zu verstehen.

Paradoxon wird jeden unbefangenen Betrachter der HIRSCHFELD'schen Construction befremden die Verlegung der von Ancyra nach dem ferneren Osten gegen Amasia hin führenden Hauptstrasse aus der natürlichen Richtung über die offene Ebene in jene nördlichen Gebirgswinkel hinein mit ihren zumal bei Gangra und dem angeblichen Tavium augenfällig einspringenden Ecken: einer Erscheinung, wie sie der andersher bekannten römischen Praxis so schroff wie möglich widerspricht.

Die Überlieferung der beiden antiken Itinerarien, welche für die in Rede stehende Ortsbestimmung in der That die einzige beweiskräftige Unterlage bietet, ist nun freilich nicht so vollständig, wie die Zahl der darin verzeichneten Strassenzüge auf den ersten Blick erwarten lässt: die acht in Tavium sich vereinigenden Linien (vier in It. Ant., fünf in der T. Peut., davon nur zwei zusammenfallend), würden uns, selbst vielfach incorrect wie sie vorliegen, dem Ziele weit näher bringen, wenn sie sich auf den vollen Umkreis einigermaassen vertheilten, statt — mit einziger Ausnahme der Weststrasse nach Ancyra — eben nur auf ungefähr einen Viertelkreis zwischen NO. und SO. Daraus folgt im allgemeinen die Möglichkeit einer annähernden Bestimmung der Lage zwischen den gesicherten Anschlusspunkten in W. (Ancyra) und O. (Amasia, Zela, Comana, Sebastia) oder mit anderen Worten der ungefähren geographischen Länge des gesuchten Punktes. Die Breitenlage dagegen, hinsichtlich deren eben Hr. HIRSCHFELD so stark von allen früheren Combinationen abweicht, würde nur dann gesichert sein, wenn auch ein nordsüdlicher Strassenzug überliefert wäre, wie er unzweifelhaft in römischer Zeit vorhanden gewesen ist: denn eine Strasse den Halys abwärts zum Meere gegen Sinope hin, kann ein so erheblicher Handelsplatz wie Tavium nicht entbehrt haben; nur ist sie leider in den uns erhaltenen Quellen nicht verzeichnet. Den einzigen immerhin nicht ausreichenden Ersatz dafür böte die südliche Fortsetzung nach Caesarea hin, wenn hier nicht die starke Differenz zwischen beiden Quellen eine neue Schwierigkeit in den Weg legte. Denn die T. P. rechnet für die neun Abschnitte dieser ganzen Linie 191, das It. A. mit vier ganz verschiedenen Stationsnamen nur 108 MP: beide Angaben können sich also unmöglich auf ein und dieselbe Strasse beziehen. Hr. HIRSCHFELD verzichtet daher auf den Versuch einer Ausgleichung zwischen beiden und behandelt überhaupt diesen ganzen, meines Erachtens für die Ortsbestimmung von Tavium wichtigsten Strassenabschnitt nur beiläufig, indem er die mit seiner Theorie nicht zu vereinigende Angabe des It. Ant. geradezu verwirft: hierin in Widerspruch mit dem meines Wissens günstigeren Vorurtheile derjenigen Gelehrten, die in ihren

topographischen Untersuchungen beide Quellen ihrem ganzen Umfange nach, nicht bloss an einzelnen Abschnitten, zu würdigen gelernt haben. Von vornherein bietet das in mehrfachen, zum Theil vorzüglichen Abschriften auf uns gekommene It. Ant. auch durch die den Gesamtstrassen beigezeichneten Summarien grössere Garantie für die einzelnen Ansätze; nachweisliche Corruptelen in Namen und Ziffern beschränken sich auf wenige in doppelter oder mehrfacher Recension eingeschaltete Strassenzüge und erreichen nicht entfernt einen Umfang und eine Bedeutung wie die in der Peutingerischen Tafel uns allenthalben entgegentretenden Verschreibungen, Verzeichnungen, Umstellungen, Auslassungen — Mängel, die Hr. HIRSCHFELD (S. 1259) selbst mit dem Geständniss anerkennt, dass man hier ohne willkürliche Emendationen auch der Ziffern nicht auskomme.

Allerdings ist es nicht reine Willkür, wenn Hr. HIRSCHFELD gerade an dieser Stelle die Autorität der Tab. P. höher stellen zu müssen glaubt: er leiht ihr eine Stütze in der Ptolemäischen Karte, indem er unter den Quellen derselben mit Recht die officielle Reichskarte, von welcher uns die T. P. ein nur zu stark entstelltes Excerpt bewahrt hat, hervorhebt. Nur scheint er mir von der Combinationsgabe der antiken Kartenzeichner — möglicherweise schon eines Vorgängers des Ptolemäus — in der Benutzung des ihnen vorliegenden itinerarischen Materials eine viel zu hohe Vorstellung zu haben, wenn er die nahezu gerade Linie der mit den Stationen der Tabula identischen Positionen der Ptolemäischen Karte als Beweis dafür gelten lässt, »dass es sich bei der Strasse der T. P. um keine bedeutenden Abweichungen vom geraden Wege handeln könne« (S. 1268). Vielmehr lehren uns auch heute noch alle Versuche kartographischer Entwürfe von neu eröffneten geographischen Gebieten auf Grund anfänglich ungenügenden Materials, welche Schwierigkeiten und welche beim Fortschreiten in das früher unbekannte Terrain sich nothwendig steigernden Fehler durch den Mangel von Angaben über die gegenseitige Richtung der Ortslagen veranlasst werden. Nur sehr entfernt lässt sich dieser Mangel zuweilen ersetzen, wo eine grössere Fülle sich in verschiedenen Richtungen kreuzender Distanzangaben die Combination einer rohen Art von Dreiecknetz ermöglicht. Dies aber war die einzige vor dem Bekanntwerden des Compasses für die Anordnung topographischen Details den Kartenzeichnern zugängliche Methode und nothwendig mussten sie viel häufiger, als ihre modernen Berufsgenossen — denen gleichwohl bis in die neueste Zeit ähnliche Abwege bei mangelhafter Beschaffenheit der Quellen nicht erspart geblieben sind — in den Fehler verfallen, einen nur einfach mit Distanzangabe der Stationen überlieferten Weg sich nahezu geradlinig fortlaufend vor-

zustellen und demgemäss um so mehr zu zeichnen, wo jede Abweichung von der geraden Linie reine Willkür gewesen wäre. Genauere Information der Neuzeit ergibt in solchen Fällen regelmässig, wo überhaupt eine Identification der gesicherten Ortslagen mit denen der älteren Berichte möglich ist, die Ersetzung der imaginären zu weit gedehnten geraden Linie durch eine mehr oder weniger, zuweilen sehr stark gebrochene mit entsprechender Reduction des Gesamtmaasses.

Hiernach werden erhebliche Differenzen der alten Itinerarien in Gesamtmaassen — wie im vorliegenden Falle zwischen Tavium und Caesarea — nicht sowohl durch Verwerfung der einen, in anderweitige Combinationen nicht passenden Angabe zu beseitigen, als durch Annahme der längeren Linie als Umweg, als Zusammensetzung mehrerer in verschiedener Richtung laufender Linien zu erklären sein. Beispiele dieser Art enthält die T. P. auch sonst mehrfach:¹ in ihrer Compositionsweise aber konnte das wirkliche Verhältniss überhaupt nicht angedeutet werden: ein Mangel den sie, wahrscheinlich nur in verstärktem Maasse, mit ihrer Quelle, der officiellen Reichskarte, getheilt haben wird. Der Zeichner also, der diese ältere Quelle benutzte, um die in Rede stehenden Strassenstationen in eine nach geometrischen Principien entworfene Karte, wie es die ptolemäische ist, zu übertragen, konnte gar nicht anders verfahren als er gethan hat, und mit dieser Einsicht fällt die Stütze, welche nach Hrn. HIRSCHFELD's Voraussetzung Ptolemäus dem längeren Strassenzuge der T. P. gewähren sollte: statt zweier von einander unabhängiger Zeugnisse bleibt uns nur eines und zwar ein der Autorität des It. Ant. höchstens gleichwerthiges. Und noch zweifelhafter erscheint die Stütze, welche Pt. der in der T. P. verzeichneten Strasse gewähren soll, wenn wir bei näherer Prüfung in der Reihe der Stationen, wie sie die Ptolemäische Tafel fixirt, keineswegs die von Hrn. HIRSCHFELD darin gesehene »vom geraden Wege nicht bedeutend abweichende« Linie finden, sondern

¹ Das auffallendste Beispiel ist die in spitzem Winkel über Cambodunum (Kempten) geführte Linie Augsburg-Salzburg der T. P. von 200 mp. gegen 130 der geraden Strasse des I. A.; ähnlich Larissa-Beroea (Thess. Maced.) 130 mp. gegen 60 derselben Strasse im I. A. Die dacische Hauptstrasse, welche im I. A. fehlt, ist von Drubetae an der Donau bis Apulun (Karlsburg) in der T. P. 365 mp. lang, natürlich mit weitem spitzwinkligem Umwege durch die Ebene der Walachei, während die nächste Strasse durch das Bergland nicht die Hälfte jenes Maasses erreichen würde. Die gerade Distanz zwischen Tomi am Pontus Euxinus und Axiopolis an der Donau, von ca. 40 mp. war sicher in römischer Zeit in der noch heut durch die Reste der alten Wälle bezeichneten Richtung durch eine Strasse vertreten, dieselbe fehlt aber in beiden Itinerarien, während darin die zwischen jenen beiden Städten in einer Länge von 274 mp. nach dem I. A. oder 281 nach der T. P. entwickelte Uferstrasse ohne Andeutung des Umweges verzeichnet ist.

eine in der südlichen Hälfte in vielfachen Umbiegungen gebrochene,¹ was besonders im Gegensatz zu den auch in der Pt. Karte geradlinig gezogenen Strassen Ancyra-Archelais oder Tavium-Comana auffällt, aber zu verstehen ist als Nothbehelf des Zeichners, der selbst innerhalb der äussersten, auf Grund anderweitiger Berechnung ihm zulässig erscheinenden Gesamtdistanz Tavium-Caesarea mit dem langen Strassenzuge nicht auskam und um die überlieferten Stationsabstände unterzubringen, zu willkürlichen Brechungen der Linie genöthigt wurde.

Legen wir also mit HAMILTON die Millienzahl 108 des It. Ant. als gültig für die geradeste Strasse unserer Abmessung zu Grunde, so reichen wir mit Hülfe einiger nach seiner Zeit bekannt gewordenen genaueren Ortsbestimmungen² von Caesarea aus noch kaum so weit, wie der englische Forscher annahm, zu der von seinen Nachfolgern mit Recht wegen ihres ausschliesslich urältester Zeit angehörigen Charakters zurückgewiesenen Ruinenstätte von *Boghazköi*; vielmehr etwa nur bis zu der schon oben bezeichneten von *Nefezköi* oder einer anderen ungefähr in derselben geographischen Breite gelegenen Örtlichkeit. Etwas östlicher aber, als am letztgenannten Punkte die Stelle von Tavium zu suchen, erlaubt das durch die gute Übereinstimmung der beiden alten Itinere und die verhältnissmässig ebene Beschaffenheit des Terrains bis Ancyra hin am meisten gesicherte Stück der westöstlichen Strassenzüge, und bestätigt unter den östlichen Fortsetzungen die Linie Tavium-Amasia, wofern sie in der T. P. mit correcten Zahlen überliefert ist.³ Die vier übrigen östlichen Linien widersprechen wenigstens nicht, gewähren aber nicht gleiche Sicherheit: die beiden des It. Ant. Tavium-Sebastia wegen der durch ein paar flüchtige Bereisungen noch nicht gehobenen Unbekanntschaft mit den, hier aller Wahrscheinlichkeit nach sehr wegeverlängernden Terrainhindernissen, die beiden nach Zela und Comana⁴ aus dem-

¹ Sie ist von mir in der angeführten Skizze durch eine punktirte Verbindungslinie deutlich gemacht worden. Dass *Μουστῖλια* in dieser Reihe an derselben Stelle steht, wo in der T. P. der Name *Sermusa*, umgekehrt zwischen Tavium und Comana *Σέρμουσα* etwa da, wo die T. P. *Mesyla* hat, erkläre ich mir, die Autorität des Ptol. hinsichtlich der Namen höher stellend, durch eine der in der T. P. mehrfach nachweisbaren Verwechselungen von Stationsnamen untereinander benachbarter Strassen.

² WRONTSCHENKO's astronomische Beobachtungen zu Yözgâd und Aladja, H. BARTH's, PERROT's und HUMANN's sehr sorgfältig verzeichnete Routiers.

³ Sie müsste nach meiner Voraussetzung auf eine längere Strecke mit Hrn. HIRSCHFELD's Reiseweg im Thale des Skylax (S. 1257) zusammenfallen.

⁴ Beiläufig bemerke ich zu diesen, ausserhalb unseres engeren Themas liegenden Strassenstücken, dass kein Grund vorliegt, sie für verschieden zu halten und, wie Hr. HIRSCHFELD S. 1267 will, die östliche Fortsetzung von Zela mit einem evidenten Umwege durch unerforshtes Bergterrain nach Neocaesarea gehen zu lassen, während

selben Grunde und überdies wegen offener Copistenfehler und Lücken in der T. P.

Die Örtlichkeit, wohin nach diesen Erwägungen Tavium fallen würde, scheint mir bei weitem die geeignetste für ein solches Verkehrscentrum (ἐμπορίον τῶν ταύτη τὰ κρᾶτιστα ἂν νέμονται Γαλάται, Str.), wenigstens weit mehr geeignet, als der von Hrn. HIRSCHFELD vorgeschlagene Thalwinkel an der nördlichen Gebirgsgrenze des trokmischen Gebietes: es ist die weite Fruchtebene von *Aladja*, welche ausser anderen Besuchern Hr. HIRSCHFELD selbst (S. 1257) als den »Knotenpunkt der ganzen Gegend« anerkennt.¹ Ihr gesammter Umfang ist auch von den letzten Reisenden noch nicht constatirt, namentlich fehlt es an einer Untersuchung ihres südöstlichen Randes, an dem mit demjenigen Grade von Wahrscheinlichkeit, welchen das Maass der Strasse von Caesarea her ergibt, die alte Hauptstadt gesucht werden müsste.

Eine Bestätigung dieser Berechnung scheint nun ferner unter den sonst unbekannten und längst verschollenen Stationsnamen ein einzelner zu gewähren, der sich an ein unveränderliches Naturphänomen knüpft. Therma heisst im I. A. die erste Station von Tavium gegen Caesarea und auf diesen Namen können zwei heisse Schwefelquellen, beide noch heut von der heutigen Landeshauptstadt Yözgâd aus viel besucht, Anspruch erheben. Aber die einzige, von der Hr. HIRSCHFELD dort gehört und die nach ihm Hr. RAMSAY besucht und über die noch vorhandenen Reste römischer Prachtbauten berichtet hat,² das *Terzili-Hammâm*, liegt — wenn auch wahrscheinlich an derselben alten Strasse — zu nahe an Caesarea für die 90 mp. des It. Ant. Dagegen passt diese Distanz auf das zweite Warmbad bei dem nur sechs Stunden östlich von Yözgâd entfernten Dorfe *Köne*, über welches

der natürliche Thalweg über Comana zugleich erheblich kürzer ist: offenbar sind in der alten Strassenkarte durch ein öfters darin vorkommendes Missverständniss aus einer Strasse zwei gemacht worden.

¹ Sie bildet jetzt unter dem Namen *Hössein-Owa* einen der Kreise (Kaza's) des Regierungsbezirks von Yözgâd. Nach Hrn. HIRSCHFELD's Anordnung würde hierher die Station *Zana* der T. P. fallen, die Ptol. bereits in die Grenze Cappadociens einschliesst, diese Grenzlinie dürfte also keineswegs so, wie Hr. HIRSCHFELD sie selbst in die Kartenskizze eingetragen hat, dicht nördlich von Yözgâd und über den hohen Kabaktepe als eine Art natürlicher Grenzmarke, sondern erheblich nördlicher quer durch die Ebene selbst zu ziehen sein, womit dann das trokmische Gebiet auf dieser Seite in eine geradezu unwahrscheinlich schmale Zone eingeschlossen erscheinen würde.

² Corresp. hellén. (école franc. d'Athènes) 1883, p. 303. Der einzige Reisende, der vor ihm diesen Punkt eben nur berührt hat, Hr. P. VON TSCHIHATSCHEFF, (er schreibt den Namen *Türzeli* und giebt die selbst zurückgelegte Distanz nach Yözgâd auf 81 $\frac{1}{2}$, Ramsay auf 12 Stunden an) muss von der Hauptmerkwürdigkeit des Ortes nichts erfahren haben, da er sie weder im Itinerar (18. Juni 1848) noch in der Aufzählung sämmtlicher »Eaux thermales« (Asie Mineure, Vol. I, p. 326—373) erwähnt. Den Distanzen der It. Ant. nach würde dahin etwa die Station *Soanda* fallen.

bis jetzt nur eine flüchtige Notiz des Missionars VAN LENNEP vorliegt.¹ Bei keiner dieser Thermen aber ist mit Hrn. HIRSCHFELD an die *Aquae Aravenae* der T. P. zu denken, vielmehr an eine dritte Örtlichkeit derselben Art, deren überhaupt auf diesem ganzen an vulcanischen Erscheinungen reichen Boden Cappadociens leicht noch in weit grösserer Zahl vorhanden sein mögen, als die bisher immer noch sehr vereinzelte Durchforschung aufgefunden hat. Doch kennen wir schon längst eine entsprechende Stelle, auf welche die Maasse der T. P. (94 mp. von Caesarea, 67 von Tavium) sehr wohl passen: das auf der heutigen Hauptstrasse zwischen Angora und Kaisarie gelegene Städtchen *Kirschehr*, neben dem AINSWORTH eine noch gegenwärtig vielbenutzte ummauerte Quelle von 113° F. (45° C.) fand², während RAMSAY neuerdings drei Stunden weiter nördlich eine noch weit heissere nachgewiesen hat.³

Allerdings erleidet durch die Ansetzung der *Aquae Aravenae* (oder vielleicht nach Ptol. *Saruenae*) an dieser Stelle die in der T. P. verzeichnete Strasse eine auffallende Brechung, fast in spitzem Winkel: allein sie passt durchaus in das für diesen ganzen Theil Kleinasiens nothwendig anzunehmende antike Strassennetz. Unmöglich konnte die Verbindung zweier so bedeutenden Hauptstädte, wie Ancyra und Caesarea auf den in den Itinerarien allein verzeichneten westlichen Umweg beschränkt sein⁴; eine directe, der heutigen Hauptstrasse zwischen beiden noch immer blühenden Städten entsprechende Strasse

³ Travels in little known parts of Asia Minor, London 1870, II. p. 98; die mit einer modernen Quadermauer eingefasste Quelle hat eine Temperatur von mehr als 140° F. (60° C.). Ebenso flüchtig berichtet Maj. GOLDSMID (Telegraph and Travel, London 1874 p. 458) der *Kohineh* oder *Köveh* schreibt, nur von »starken« Quellen. Das einzige andere detaillirte Itinerar, in welchem das Dorf (nicht die Quelle) als *Koimé* verzeichnet ist, die nach den Recognoscirungen des französischen Capitäns BERNARD vom Jahre 1809 von Capt. BIANCHI D'ADDÀ in grösstem Maassstabe ausgeführte Kartenzeichnung (nur handschriftlich im Archiv des auswärtigen Ministeriums zu Paris) leidet gerade an dieser Stelle an einer zufälligen Unterbrechung — wahrscheinlich durch einen Nachtmarsch —, so dass die präcise Lage von *Köne*, für die auch VAN LENNEP's wenig bestimmte Journalführung keine Hülfe gewährt, noch zu fixiren bleibt und leicht etwas nördlicher als ich angenommen habe, sich finden kann, was natürlich auf die davon abhängige Breitenlage von Tavium influiren würde.

¹ Travels and researches in Asia Minor, London 1842. Vol. I. p. 161.

² Daher der Name *Djamds-pischeren-su* »Stiere kochendes Wasser«; nähere Untersuchung fehlt noch. Mitth. d. D. archaeol. Inst. zu Athen 1882. S. 133.

³ In beiden directen Strasse Ancyra-Archelaïs, welches letztere vielleicht früher eine regelmässige Chaussee-Verbindung erhielt nicht nur wegen seines Ranges als römische Colonie, sondern auch weil es in der geraden Richtung auf die cilicischen Pylen liegt. Dann im It. Ant., halbwegs zwischen Ancyra und Archelaïs östliche Abzweigung nach Caesarea, — wahrscheinlich auf der Südseite des wegen seines tiefen Einschnittes schlecht passirbaren Halys-Thales bleibend, — in der T. P. mit noch weiterem Umwege erst über Archelaïs und Tyana halbrückwärts nach Caesarea.

konnte nicht fehlen, wenngleich sie in den auf uns gekommenen Redactionen der Itinerarien nicht oder nur fragmentarisch enthalten ist. Für einen Theil dieser Strasse halte ich das Wegestück der T. P. von Caesarea bis Aquae Aravenae; die nordwestliche Fortsetzung über dieses hinaus gegen Ancyra, vielleicht schon vorher in die Strasse Archelaïs-Ancyra fallend, scheint mir in der ptolemäischen Karte durch die Ortslagen *Rustia*, *Ucena*, *Dudusa* angedeutet, welche der erste Zeichner derselben ebensowohl wie fast die ganze Topographie dieser Landschaft der grossen Reichskarte entlehnt haben kann, aus deren Copie sie dann nur wegen Raummangel ausgefallen wären.

Über den speciellen Zug des noch verbleibenden Stückes der T. P. zwischen den Aquae und Tavium (einer blossen Nebenstrasse zu Gunsten des Bades, wenn meine Vermuthung angenommen wird) muss nähere Aufklärung erst von einer Darchforschung der bis heut von Europäern noch fast unbetretenen, auch nicht einmal durch Nachfragen bei den Anwohnern erkundeten Gegend am Oberlaufe des Delidje-Irmak erwartet werden. Nur über einen kleinen nördlichen Theil dieses Landstriches in der Nähe der heutigen Hauptstadt Yözgâd sind wir einigermaassen unterrichtet: daraus ergibt sich, dass diese Stadtlage selbst durch die von Tavium nach SW. ausgehende Strasse berührt worden sein kann, falls sie möglichst geradlinig die höchste Erhebung dieser Gegend, den Kabaktepe auf der Südseite umging; geschah dies mit stärkerer, aber nach den Maassen der T. P. wohl zulässiger Biegung um die Nordseite, so musste sie etwa an der durch den Stationsnamen *Saralio* bezeichneten Stelle die Ruinenstätte von *Nefezköi* treffen, welche man seit ihrer Entdeckung durch CH. TEXIER allgemein für Tavium in Anspruch genommen hat. Nach ihm ist sie meines Wissens nur von HAMILTON und PERROT beschrieben worden, auf die sich Hrn. HIRSCHFELD's Einwände gegen jene Identification wegen »Mangels eines bezeichnenden Burgberges, einer augenfällig centralen Wegelage« (S. 1244) stützen, obwohl doch PERROT selbst Spuren eines Theaters, einer in diesen inneren Gegenden Galatiens und Cappadociens ziemlich seltenen Erscheinung, gesehen haben will, und das in neuerer Zeit immer schneller zunehmende Verschwinden der bis auf geringfügige Reste zerstörten alten Bauwerke durch die thatsächliche Ausnutzung als Steinbruch für die nahe moderne Stadt Yözgâd befriedigend erklärt. Dies schien mir ausreichender Grund, in meinen Karten an der bisherigen Identification von Tavium mit Nefezköi festzuhalten, bis genauere Information über die Lage der Thermen den Gesichtspunkt veränderte, und endlich Hr. RAMSAY bei seiner kürzlichen Anwesenheit in Berlin über diesen speciellen Punkt befragt, versicherte, dass nach seiner sorg-

fältigen Prüfung die Trümmerstätte von Nefezköi nur einer kleineren Stadt angehört haben könne, wie es deren manche unter den ἀπαξ εἰρημένα der alten Itinerarien und des Ptolemäus gegeben haben mag.

Endlich gestattet meine Ansetzung von Tavium auch eine Lösung der Verlegenheit, in der Hr. HIRSCHFELD am Schlusse seiner Abhandlung hinsichtlich der beiden nach Sebastia führenden Strassen des It. Ant. sich zu befinden gesteht, da für die von ihm angenommene Stelle von Tavium allerdings die Richtungen auf Sebastopolis und Sebastia so geradlinig zusammenfallen, dass für eine zweite, wenn auch längere, aber das inschriftlich festgestellte Sebastopolis nicht berührende Strasse kein rechter Platz bleibt. Von der Aladja-owa aus lässt sich dagegen eine südlichere Parallelstrasse, nahezu entsprechend dem jetzt gebräuchlichen Wege von Yözgäd nach Siwäs¹ dadurch motiviren, dass sie den Bezirk der reichen noch jetzt bearbeiteten Silberminen des Akdagh nahe berühren musste.

Allen diesen zusammenhängenden Argumenten für eine südlichere Lage von Tavium scheint mir der zu Gunsten der nördlichen Stelle von Iskelib betonte römische Meilenstein mit einer unzweifelhaft auf Amasia bezüglichen Zahl doch an Gewicht zu verlieren, zumal Hr. HIRSCHFELD selbst die Möglichkeit der Beziehung auf eine in den überaus lückenhaften Itinerarien nicht überlieferte Strasse gelten lässt (S. 1256). Seine Gründe für die antike Bedeutung der Ortslage von Iskelib bleiben dadurch unberührt, aber welchen Namen sie wirklich führte (denn der heutige, nicht aus dem Türkischen erklärbare, scheint nur etwa auf ein Ἀσκληπιεῖον zu weisen), wird einzig einmal der günstige Zufall eines Inschriftfundes lehren. Ist es erlaubt, eine ganz unbestimmte Vermuthung auszusprechen, so könnte man unter den in der ptolemaeischen Karte verzeichneten Städten nur etwa an die dort zu Paphlagonien gezogene Ἀνδραπα ἢ καὶ Νεοκλαυδιόπολις denken.

¹ Meines Wissens bisher nur von einem Europäer, dem oben angeführten Major GOLDSMID sehr flüchtig zurückgelegt und ebensowenig genau beschrieben (Telegraph and Travel p. 456), nur als sehr bergig, wodurch die sehr grosse Millienzahl des It. Ant. weniger auffallend erscheint. In die Mitte, nahe den Silbergruben, würde dann die Station *Sibora* treffen, die als Ἰβωρα unter den wenigen in den Byzantinischen Quellen in diesen Gegenden genannten Städten fort dauerte.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

31. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. DU BOIS-REYMOND.

1. Hr. AUWERS las über die von FLEURIAIS 1867—70 ausgeführten Längenbestimmungen durch Mond-Culminationen, und deren Bearbeitung durch das Pariser Längenbureau, nebst Bemerkungen über die chronometrischen Längenbestimmungen Fitz Roy's mit der 'Beagle' 1832—36, und eine neue Ableitung der Länge von Punta Arenas und Montevideo aus den vorgenannten Bestimmungen.

2. Hr. v. HELMHOLTZ legte ein Schreiben des Hrn. S. v. WROBLEWSKI aus Krakau über Tropharmachung des Sauerstoffes und des Wasserstoffes vor.

3. Derselbe legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. E. GOLDSTEIN über elektrische Leitung im Vacuum vor.

Die Mittheilungen 2 und 3 folgen umstehend.



Über die Verflüssigung des Wasserstoffs.

VON S. VON WROBLEWSKI

in Krakau.

(Aus einem Schreiben an Hrn. VON HELMHOLTZ.)

Krakau, 21. Januar 1884.

.
dass es mir gelungen ist, den Wasserstoff zu verflüssigen. Ich comprimirte ihn auf etwa 100 Atm. in einer Glasröhre, die im äusseren Durchmesser etwa 2 und im inneren Durchmesser etwa 0.2 Millimeter hat. Nach der Abkühlung der Röhre im Strome des siedenden Sauerstoffes, wurde der Wasserstoff vom Drucke plötzlich befreit. Bei der Expansion trat die Verflüssigung ein. Das Sieden der Flüssigkeit ist sehr schön zu sehen.

Ich hoffe, dass es mir möglich sein wird, die Temperatur des siedenden Wasserstoffes und hiermit das Minimum zu ermitteln, welches mit den irdischen Stoffen überhaupt zu erreichen ist. Es wird nicht ohne Interesse sein zu erfahren, in wie weit wir zu dem absoluten Nullpunkt uns nähern können.

Genehmigen Sie u. s. w.



Über elektrische Leitung im Vacuum.

VON E. GOLDSTEIN

in Berlin.

(Aus dem physikalischen Institut der Universität.)

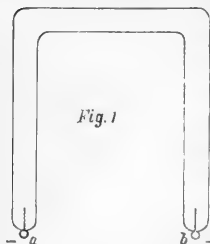
Gegenüber der Anschauung, dass die Entladung in einem gaserfüllten Raume zum Substrat die Gastheilchen selbst hat, sei es, dass letztere in einem convectiven Process, sei es als Leiter eines Stromes die Entladung vermitteln, habe ich¹, und zwar, wie ich glaube, zuerst², den freien Aether als den Träger der Entladung betrachtet. Hierbei zeigte ich, dass die scheinbare Isolation, welche möglichst evacuirte Räume elektrischen Ladungen gegenüber bisher boten, nicht auf einem Widerstande des leeren Raumes beruht, sondern nur durch einen an der Oberfläche der Kathode auftretenden, mit der Verdünnung stark wachsenden Widerstand bedingt ist. Der Widerstand des Gases selbst erwies sich um so geringer, je weiter die Verdünnung fortschritt. Der Wunsch, die von mir behauptete Leitungsfähigkeit des Vacuum direct nachzuweisen, hat mich seit nahe einem Decennium wiederholt zu dahin abzielenden Versuchsreihen veranlasst. Die nachfolgenden Seiten sollen einer Schilderung einiger dieser Versuche, welche schliesslich zu dem gehofften Ergebniss geführt haben, gewidmet sein.

Mit Rücksicht auf das eben erwähnte Resultat, wonach der hemmende Widerstand an der Kathode geringer wird in dichterem Gasumhüllung, der Widerstand einer Gasstrecke sich vermindert mit zunehmender Verdünnung, versuchte ich zunächst an der Kathode eine merkliche Gasdichte herzustellen, während der Raum in der Nähe der Anode möglichst evacuirte blieb.

¹ GOLDSTEIN, WIEDEMANN'S Annalen u. s. w. Bd. XII S. 256.

² Die bezüglich dieses Gegenstandes in neuerer Zeit vielfach und fast ausschliesslich citirte Arbeit von Hrn. EDLUND wurde der schwedischen Akademie zwei Monate später vorgelegt, nachdem meine Arbeit in WIEDEMANN'S Annalen erschienen war. Weder die in wesentlichen Punkten mit meinen Ausführungen übereinstimmende Original-Veröffentlichung Hrn. EDLUND's, noch eine der mehrfachen seitdem von ihm veranlassenen Reproductionen derselben (z. B. WIEDEMANN'S Annalen Bd. XV S. 514) enthält einen Hinweis auf meine Arbeit.

Zu diesem Behuf wurde eine lange gebogene Cyinderröhre (Fig. 1) mit an den Enden eingeschmolzenen Platinstiften bis zum Erlöschen



des von einem grossen RUHMKORFF gelieferten Stromes evacuirt. Der mit dem negativen Öffnungspol verbundene Stift *a* war überlagert von gekörntem metallischem Cadmium, das in der Rothglühhitze flüchtig zu werden beginnt. Das Cadmium wurde nun in der aus schwer schmelzbarem Glase gefertigten Röhre von aussen erhitzt, während der mittlere Theil der Röhre stark gekühlt wurde, um die Metaldämpfe dort

wieder zu condensiren und das letzte Drittel der Röhre also dampffrei zu lassen. In der That gelang es, auf diese Weise die Entladung wieder herzustellen, die dann in dem Kathodenschenkel durch Cadmiumdampf mit schön grünem Lichte ging, während in dem ebenfalls wieder leuchtenden Anodenschenkel letzteres nicht sichtbar wurde. Doch befriedigte das Resultat nicht völlig, weil das Spectroskop, nachdem ursprünglich Luft in der Röhre gewesen, nach der Cadmiumverdampfung in dem Anodenschenkel stets Spuren kohlehaltigen Gases nachwies. Ich vermochte mir kohlefreies Cadmium oder ein kohlefreies anderes, hier ebenfalls verwendbares Metall nicht zu verschaffen.

Beruhete diese Methode gerade auf der Anwendung eines in der Hitze flüchtigen negativen Pols, so beruhete das schliesslich zum Ziele führende Verfahren gerade auf der Erhitzung einer möglichst schwer flüchtigen Kathode:

Der weissglühende Kohlefaden einer elektrischen Incandescenzlampe ist, einer anderen Elektrode gegenübergestellt, eine Kathode, deren Widerstand einen minimalen Bruchtheil des bei gewöhnlicher Temperatur auftretenden bildet, und klein genug ist, um durch einen möglichst evacuirten Raum nicht nur ein Inductorium, sondern sogar die geringen Spannungen schwacher galvanischer Batterien zu entladen.

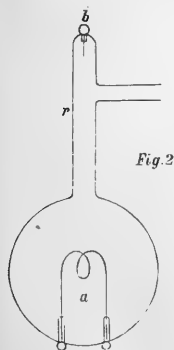
Die Experimente, welche dieses Resultat ergaben, knüpften an eine Versuchsreihe, zu der mich vor längerer Zeit eine Stelle des HIRTORF'schen Aufsatzes im Jubelband von POGGENDORFF's Annalen angeregt hatte. Hr. HIRTORF geht daselbst von den hier nicht acceptirten Annahmen aus, dass die Gastheilchen Träger des Stromes wie des ihm gebotenen Widerstandes seien, dass der entladungshemmende Widerstand auch in der weiteren Umgebung der Kathode existire, und dass es für seine Beseitigung nur darauf ankomme, die Gasumhüllung

der Kathode zu erhitzen und sie hierdurch analog Flammgasen leitend zu machen. Um dem Gase die entsprechende Wärmemenge zuzuführen, will Hr. HITTORF dasselbe mit galvanisch glühend gemachter Retortenkohle in Berührung bringen und sagt von deren Anwendung die Erzeugung von Glimmentladungen in verdünnten Gasen mit »überraschend kleinen Spannungen« voraus.

Vom Standpunkte meiner eigenen Theorie, welche den Gas-theilchen eine durchaus secundäre Rolle bei der Entladung zuweist und den scheinbaren Widerstand des Vacuum nicht in einer merklich dicken Schicht, sondern an der Kathodenoberfläche selbst sucht, konnte man indess ebenfalls gespannt sein, welches der Einfluss einer so eingreifenden Zustandsänderung der Kathode auf ihre Widerstandsverhältnisse sein würde, wenn man die Kathode selbst zu möglichst hoher Temperatur erhitze. Eine Reihe zunächst an galvanisch glühend gemachten Platin-Kathoden in stark evacuirten Röhren ausgeführter Versuche zeigte indess, dass das damals benutzte Platin bei den erforderlichen Stromintensitäten nicht hinreichend lange sich ungeschmolzen erhalten lässt, um eine völlig bestimmte Antwort auf die gestellte Frage zu gestatten, während auf der anderen Seite die zu jener Zeit existirenden Kohlensorten wegen der reichlichen Dampfinengen, die sie in Kurzem entwickelten, sich als unverwendbar erwiesen.

Ich liess das Problem daher von Neuem ruhen, bis vor einigen Jahren das Auftauchen der Edison'schen und Swan'schen Glühlampen mit ihren so widerstandsfähigen Kohleschlingen mich zur Wiederaufnahme meiner Versuche veranlasste.

Eine Swan-Lampe wurde durch Aufsetzen eines ca. 8^{mm} weiten, 12^{cm} langen Röhrchens *r* (Fig. 2), das an seinem geschlossenen Ende eine Aluminium-Elektrode *b* trug, zu einer GEISSLER'schen Röhre ergänzt, und die Röhre, an einer Quecksilberpumpe angeschmolzen, möglichst stark evacuiert. Die Kohleschlinge *a*, sowie der Aluminiumstift *b* wurden mit den Polen eines Inductoriums verbunden und von *a* und *b* eine Nebenschliessung zu einem Funkenmikrometer geführt. Die Anfangs einander berührenden Kugeln des letzteren wurden bis dahin auseinandergeschraubt, wo eine weitere Distanzvergrößerung die Entladung wieder hätte durch



die Röhre schlagen lassen. Die Distanz der Kugeln betrug alsdann nahe 10^{mm}; der Widerstand der Röhre war dann also annähernd gleich dem Widerstande einer 1^{cm} langen Funkenstrecke

in freier Luft. Der Schliessungsstrom des Inductoriums war durch eine Luftlücke ausgeschaltet. Durch die Schlinge a wurde der entsprechend regulirte Strom der dynamo-elektrischen Maschine des physikalischen Instituts geleitet und die Schlinge zu intensiver Weissgluth erhitzt. Unter diesen Umständen war eine Änderung der Widerstandsverhältnisse durch die Erhitzung nicht bemerkbar, wenn die Kohlenschlinge zur Anode, der Aluminiumstift zur Kathode gemacht war.¹ Wurde aber die Kohlenschlinge zur Kathode gemacht und in Weissgluth versetzt, so verliess die Entladung sogleich das Funkenmikrometer und ging ausschliesslich durch die Röhre. Sie fuhr beim Zusammenschrauben der Mikrometerkugeln fort, durch die evacuirte Röhre zu gehen, bis die Kugeln auf etwa $\frac{1}{10}^{\text{mm}}$ einander genähert waren. Der Widerstand der Röhre war also bei glühender Kathode ca. 100 Mal kleiner als wenn die letztere kalt war. Wurde der von der dynamo-elektrischen Maschine gelieferte Glühstrom unterbrochen, so hörte die Entladung in der Röhre sofort wieder auf, um von Neuem hindurchzugehen, so oft die Kathode wieder weissglühend gemacht war.

Das Glühen der Kathode stellte ebenso die Entladung durch den entleerten Raum wieder her in den Fällen, in denen der Widerstand der möglichst evacuirten Röhre so gross war, dass auch bei beliebig grosser Poldistanz des Funkenmikrometers keine Entladung durch die Röhre mehr erfolgte.

Die Thatsache, dass das Glühen der Kohlenschlinge die Entladung nur wiederherstellt, wenn die Schlinge Kathode ist, zeigt, dass der Wiederdurchgang der Entladung nicht beruhen kann auf einer Gas- oder Dampfentwicklung, welche durch die Erhitzung, sei es an der Schlinge selbst, sei es an der Glaswand, stattfindet. Dafür spricht auch der Umstand, dass die Röhre nach dem Unterbrechen des Glühstromes sofort die Entladung wieder isolirt, auch wenn sie durch einen Hahn gegen die Pumpe abgesperrt ist, wenn also alle während des Glühens etwa entwickelten Gase auch nach dem Glühen in der Röhre verbleiben müssen.

In dem Kugeltheil der Röhre wird das Entladungslicht fast völlig überstrahlt durch das Incandescenzlicht, sehr hell aber tritt es in dem cylindrischen Theil r hervor.

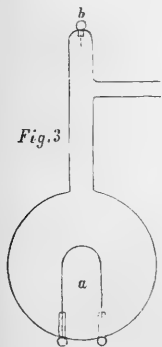
Ist in den Schliessungsbogen des Inductoriums keine Luftlücke eingeschaltet, so tritt, wenn die glühende Schlinge zur Anode des Öffnungsstromes gemacht ist, in dem aufgesetzten Rohr r ebenfalls helles Entladungslicht auf; dies rührt aber von der Wiederherstellung des

¹ Natürlich musste durch wiederholtes Glühen der Schlinge im Vacuum, Auspumpen und Ausspülen mit trockenem Gase die Austreibung und Entfernung der in und an der Schlinge resorbirten Gase und Dämpfe bewirkt sein.

Schliessungsstromes her, dessen Kathode die glühende Schlinge alsdann ist. Der Öffnungsstrom bleibt ausgeschlossen. Die Thatsache, dass bei glühender Öffnungsanode der schwachgespannte Schliessungsstrom übergeht, während der hochgespannte Öffnungsstrom isolirt bleibt, zeigt von Neuem, dass die Verminderung des Röhrenwiderstandes nicht auf einer Dichtesteigerung des Gefässinhalts oder einer Erhitzung der Gesamtmasse desselben beruhen kann.

Es ist eine kleine Vorsicht erforderlich, um sich durch den Schliessungsstrom nicht täuschen zu lassen. Schaltet man nämlich zu seiner Beseitigung schon bei kalter Kathode eine Luftlücke ein, so gross, wie sie erfahrungsmässig, oder nach specieller Probe bei successiver Evacuierung, genügt, den Schliessungsstrom auch bei geringstem Widerstande der Röhre abzusperren, so tritt er bei der geringsten Gasdichte auf Glühen der Schlinge doch wieder auf und kann so im ersten Augenblick eine durch Glühen der Anode veranlasste Entladung vortäuschen. Die Ablenkung durch den Magnet, die Orientirung der positiven Schichten, und vor Allem der Umstand, dass eine Vergrösserung der Luftlücke diese Entladung definitiv beseitigt, zeigen indess, dass man es nur mit dem Schliessungsstrom, also wieder nur mit der Wirkung einer glühenden Kathode zu thun habe. Was wir aus dieser kleinen Beobachtung schliessen dürfen, ist aber, dass der Widerstand der kalt isolirenden Entladungsröhre bei glühender Kathode noch kleiner wird, als der kleinste Widerstand, den die Röhre mit kalter Kathode bei der günstigst gewählten Gasdichte darbieten kann.

Es schien mir interessant, noch genauer, als die Angaben des Funkenmikrometers und die oben erwähnte Beobachtung es erkennen lassen, festzustellen, in welchem Maasse die Isolationsfähigkeit des Vacuums durch das Glühen der Kathode vermindert wird, beziehungsweise welche Spannungen an einer glühenden Kathode zur Hervorbringung einer Entladung durch ein gutes Vacuum noch genügen. Zu den hierauf abzielenden Versuchen wurde eine wie Fig. 3 geformte Röhre benutzt, deren Kohlebügel nur durch das einfache Hufeisen einer kleinen SWAN-Lampe von circa $4\frac{1}{2}$ cm Durchmesser gebildet war.¹ Der Kohlebügel *a* als die eine, der Aluminium- oder Platinstift *b* als die zweite Elektrode wurden, nachdem



¹ Der Glühstrom wurde der grösseren Bequemlichkeit halber hier entweder einer Batterie von 27 hintereinandergeschalteten, fast frischen BUNSEN-Elementen oder einer Batterie von einigen zwanzig grossplattigen secundären Elementen entnommen, welche letzteren mein Freund Dr. H. ARON construirt hatte.

die Röhre sehr stark evacuirt worden, mit den Polen einer kleinplattigen secundären Batterie von PLANTÉ-Elementen verbunden, von denen in Abstufungen von fünf zu fünf bis 500 Elemente eingeschaltet werden konnten.¹

Blieb der Kohlebügel kalt, so vermochten, wie zu erwarten, auch sämmtliche 500 Elemente hintereinandergeschaltet nicht, eine Entladung durch die sehr stark evacuirt Röhre hervorzubringen. Ebenso trat keine Entladung ein, wenn der Kohlebügel glühte und zugleich mit dem positiven Pol der PLANTÉ-Batterie verbunden war. Die Entladung erfolgte aber schon bei 185 Elementen, wenn der Kohlebügel als Kathode glühte; sie setzte sofort aus, wenn der Glühstrom unterbrochen wurde. Nachdem diese Unterbrechung vorgenommen, wurde die Isolationsfähigkeit des Vacuums, durch welches der Strom der 185 Elemente hindurchgegangen war, mittelst Inductionsstrom und Funkenmikrometer bestimmt. Es ergab sich, dass der Strom des Inductoriums erst durch die Röhre ging, wenn die Spitzen des als Nebenschliessung eingeschalteten Funkenmikrometers weiter als 4 Centimeter von einander entfernt waren. Bei allen kleineren Distanzen ging die Entladung zwischen den Mikrometerspitzen über. Nun hatte jedes der PLANTÉ-Elemente nach der Bestimmung von Dr. HERTZ eine elektromotorische Kraft von 1.8 Daniell, wenn es frisch war; in der vorliegenden Versuchsreihe waren die Elemente indess der Erschöpfung schon ziemlich nahe, ihre elektromotorische Kraft also bei Weitem geringer. Die Angaben über die Spannungsdifferenz, welche zur Hervorbringung eines 40^{mm} langen Funkens zwischen Spitzen erforderlich ist, sind einigermassen schwankend. Doch dürfen wir als sicher betrachten, dass Zehntausende von Daniells dazu gehören. Es würde also ebenso eine Batterie von mehreren Myriaden Daniells nöthig gewesen sein, um bei kalter Kathode die Entladung durch die evacuirt Röhre zu liefern. In einem andern Falle bewirkten schon 175 PLANTÉ-Elemente den Durchgang durch ein Vacuum, das einen Inductionsstrom von mehrere Centimeter Schlagweite isolirte.

Wurde in die Röhre trockene Luft oder Wasserstoff bis zu Drucken von einigen Centimetern eingelassen, und dann bei kalter Kathode wieder stetig evacuirt, so dass die Röhre durch das Leitungsmaximum hindurchgeht, welches bei successiver Verdünnung auftritt, so genügte dieses Leitungsmaximum doch niemals, eine Entladung der 500 oder gar der 175 Elemente zu bewirken. Ebensowenig trat bei kalter Kathode eine Entladung ein, wenn man vorher bei glühender Kathode

¹ Die Benutzung dieser Batterie verdanke ich Hrn. Dr. H. HERTZ, welcher dieselbe für sich aufgebaut hatte. (Vgl. WIED. ANN. Bd. XIX.)

eine starke Quantität kohlehaltigen Gases durch elektrische Zerstäubung des Bügels sich hatte entwickeln lassen. Man kann daraus abermals schliessen, dass nicht eine Gasentwicklung in der Röhre nur scheinbar das Vacuum zu einem Leiter macht: es lässt sich vielmehr bei kalter Kathode überhaupt kein Gasdruck herstellen, welcher eine so schwache Batterie noch entladet.

Wenn das Glühen der Kathode den Widerstand eines sonst isolirenden Vacuums so sehr reducirt, so werden wir von der entsprechenden Behandlung der Kathode allgemein einen Einfluss auf den Widerstand GEISSLER'scher Röhren auch bei höheren Dichten, in denen die Entladung noch spontan durchgeht, erwarten dürfen. Nur wird die Wirkung des Kathodenglühens auf den Gesamtwiderstand der Röhre dann vielleicht eine verhältnissmässig geringere sein, weil je grösser die Gasdichte, auch desto grösser der Widerstand des positiven Lichtes wird, den das Glühen der Kathode ungeändert lässt.

In der That ist nun auch bei höheren Dichten der Einfluss der Kathodenerhitzung zu constatiren. Lässt man nämlich in ein isolirendes Vacuum (Röhre Fig. 2) ein wenig Gas einströmen, so dass die Entladung auch bei kalter Kathode leicht hindurchgeht, so zeigt die Entladung in dem Rohre r , zum Zeichen der eintretenden Widerstandsverminderung, eine ausserordentliche Helligkeitszunahme, sobald die Kathode weissglühend wird. Welche Helligkeitsänderung das Entladungslicht in dem Kugeltheil erfährt, ist wegen des grellen Lichtes des Kohlefadens nicht zu bestimmen.

Die Versuche bei diesen weniger starken Verdünnungen sind deshalb interessant, weil sie wenigstens an dem positiven Lichte der Entladung das Aussellen und den Charakter der letztern bei glühender und bei kalter Kathode vergleichen lassen. Zweitens kann bei der grösseren Masse des noch vorhandenen Gases eine geringe Menge etwa secundär entbundenen Gases das Resultat viel weniger fälschen, als eventuell bei einem isolirenden Vacuum. Endlich liefert auch die spektroskopische Untersuchung dieser Entladungen eine Anzahl beachtenswerther Daten, auf die ich noch zurückkomme.

Was nun den ersten Punkt anbelangt, so bleibt der Charakter der Entladung, soweit Lichterscheinungen darauf schliessen lassen, durchaus der nämliche, wie bei kalter Kathode. Die Grenze des positiven Lichtes ist ihrer Form und Lage nach ganz oder fast dieselbe wie bei kalter Kathode; die Entladung zeigt ebenfalls geschichtetes positives Licht bei glühender Kathode, falls es vor dem Glühen vorhanden war, und die Lage und Ausdehnung der Schichten scheint in beiden Fällen wenig zu differiren. Auch die Phosphoreszenz erregenden Kathodenstrahlen scheinen an der glühenden Kathode noch

zu existiren; denn man nimmt an der von dem Bügel hell erleuchteten Glaswand als Andeutung des Phosphorescenzlichtes ein Flimmern wahr, das bei Unterbrechung des Inductionsstromes wegfällt. Es tritt also unter dem Einfluss des Kathodenglühens nicht etwa Bogenentladung ein, sondern es gehen, wenigstens unter den hier vorausgesetzten Bedingungen, auch dann noch Glimentladungen über.

Der Einfluss des Kathodenglühens bei minder starken Verdünnungen lässt sich am anschaulichsten mittelst des Schliessungsstromes demonstrieren. — Eine Röhre, deren Öffnungsanode in einem ziemlich engen Röhrentheil liegt, braucht nämlich auch bei sonst ganz metallischen Schliessungsbogen gar nicht sehr stark evacuirt zu werden, damit der Schliessungsstrom nicht mehr hindurchgehen kann. Der Öffnungsstrom geht dann noch mit Leichtigkeit hindurch. Glüht man nun bei solcher Dichte den zur Öffnungsanode gemachten Kohlenbügel, so tritt der Schliessungsstrom mit sehr heller Lichterscheinung von Neuem auf; er cessirt, sobald der Glühstrom wieder unterbrochen wird.

Das Spectroskop wurde nun auf ein mit verdünntem Wasserstoff beschicktes derartiges Rohr gerichtet. Das vor dem Glühen der Kathode sichtbare Spectrum ist das des Öffnungsstromes; es zeigt die Bänder des Wasserstoffes und die Hauptlinien des Quecksilbers. Wird nun durch Glühen der Schliessungsstrom hervorgerufen, so leuchten im Spectrum die Wasserstoffbänder und die Quecksilberlinien hell auf, ohne dass das Spectrum eines dritten Stoffes hinzutritt. Analoges zeigt sich, wenn man mit verdünntem Stickstoff arbeitet; beim Auftreten des Schliessungsstromes erhellen sich dann die bekannten schönen Bänder dieses Gases.

Daraus folgt, dass auch nicht im Moment der Entladung oder ihr unmittelbar vorausgehend eine Gasentwicklung und Dichtesteigerung in der Röhre statthat, welche nachher wieder verschwindet.

Man könnte nämlich etwa noch annehmen, dass die negative Ladung der Kathodenfläche zusammen mit der hohen Temperatur derselben schon vor der Entladung eine Abstossung und Verflüchtigung der Kohle hervorbringt, wie sie unter dem Einfluss genügend gesteigerter Temperatur ja schon constatirt worden ist. Dann würde die wiederhergestellte Entladung nicht in ein Vacuum, sondern in eine Atmosphäre von Kohledampf erfolgen, der schwerflüchtige Kohledampf aber würde nach der Entladung sich sofort wieder condensiren und das frühere Vacuum zurücklassen. Alsdann könnte immerhin, wie oben beobachtet, auch die durch einen Hahn abgeschlossene Röhre nach Unterbrechung des Glühstroms sogleich wieder die Entladung isoliren, ohne dass darin ein Beweis für eine vorausgegangene Permanenz des

Vacuums läge. Dann müsste aber das Spectroskop in dem wiederhergestellten Öffnungsstrom ganz vorwiegend die Maxima des Kohlenstoffes zeigen, in dem wiederhergestellten Schliessungs- oder dem verstärkten Öffnungsstrom diese Maxima wenigstens neben denen des ursprünglichen Gases hervortreten lassen. Dies ist nun, wie bemerkt, nicht der Fall. Auch das Spectrum des im Vacuum wiederhervorgegerufenen Öffnungsstromes zeigt, wenn die Entladungen nicht zu lange andauern, noch nicht die von der Zerstäubung herrührenden Kohlenmaxima, sondern scheint im ersten Augenblick ein fast reines, von Kohlespuren jedenfalls freies Quecksilberspectrum zu sein.

In den Kreis einer bis zum Erlöschen des Schliessungsstromes evacuirt, mit verdünnter Luft gefüllten Röhre war eine Luftlücke eingeschaltet, gross genug, um den Schliessungsstrom auch bei glühender (Schliessungs-) Kathode abzusperren. Im Spectralapparat erblickt man dann ein mattes Spectrum des Öffnungsstromes, dessen Helligkeit bei kaltem Kohlebügel nur ganz wenig sich steigert, wenn die Luftlücke geschlossen wird; sie wächst gar nicht, wenn bei offener Lücke die Öffnungsanode glühend gemacht wird. Wird jetzt aber die Luftlücke geschlossen, so erscheint ein brillantes Stickstoffspectrum von ausgezeichneter Helligkeit: das Licht des schon erloschen gewesenen Schliessungsstromes wird bedeutend heller als das des Öffnungsstromes; es war mir sogar zweifelhaft, ob diese Helligkeit die vom Öffnungsstrom (bei kalter Kathode) unter dem günstigsten Gasdruck gelieferte nicht mindestens erreicht.

Neben der allgemeinen Helligkeitsänderung veranlasst das Glühen der Kathode aber auch weitergehende Änderungen des Gasspectrumes.

Öffnungsstrom und Schliessungsstrom in derselben Röhre unmittelbar einander folgend, haben im Allgemeinen identisches Spectrum. Nicht so in den vorliegenden Versuchen. Ich habe darauf aufmerksam gemacht,¹ dass das Spectrum des positiven Lichts in verdünnter Luft bei abnehmender Gasdichte (oder zunehmender Entladungsintensität) durch unendlich viele Zwischenstufen übergeht in ein gewöhnlich nur vom blauen Kathodenlicht geliefertes Spectrum. Hat nun in dem letztbeschriebenen Versuche das Spectrum des positiven Lichts, wie es der Öffnungsstrom zeigt, dem des Kathodenlichts sich schon beträchtlich genähert, so zeigt der restituirte Schliessungsstrom wieder ganz das bei höheren Dichten beobachtete gewöhnliche Spectrum des positiven Lichts. Ist die Gasdichte so gering, dass das Spectrum bei kalter Kathode dem des Kathodenlichts schon völlig gleich geworden,

¹ GOLDSTEIN, Monatsber. d. Berl. Akad., Mai 1876; — Sitzungsber. d. Wien. Akad., Octob. 1881; — WIEDEMANN'S Annalen, Bd. XV. S. 280.

so wird durch das Glühen das Auftreten eines intermediären Spectrums bewirkt. Die Erscheinung beruht nicht auf Erhitzung oder Dichtesteigerung des Gases, da das Spectrum des Öffnungsstromes unverändert bleibt.

Eine Erklärung der Erscheinung könnte vielleicht gegeben werden, wenn man erstens annimmt, dass jeder Öffnungs- oder Schliessungsstrom des Inductoriums aus einer sehr grossen Anzahl von Partialentladungen besteht, von denen jede einzelne einen Einfluss hat auf die Elektrizitätsmenge, welche für die ihr folgende Partialentladung erforderlich ist, und wenn man zweitens berücksichtigt¹, dass die Annäherung des positiven Spectrums an das Kathodenspectrum auch eintreten kann bei successiver Vermehrung der auf einmal übergehenden Elektrizitätsmengen. Doch würde es mir voreilig scheinen, schon jetzt eine abschliessende Erklärung abgeben zu wollen.

Nachdem ich die bisher geschilderten Resultate erlangt hatte, versuchte ich nochmals an Stelle der Kohle ein anorganisches Kathodenmaterial mit gleichartigen Leistungen aufzufinden. Es gelang mir auch hier, indem ich nochmals auf Platin zurückgriff, das Gewünschte, wenn auch unter mehr Schwierigkeiten, zu erreichen. Ich habe jetzt bei einer Anzahl von Gefässen, in denen der Kohlefaden durch einen dünnen Platindraht ersetzt war, ebenfalls, nachdem der Draht galvanisch glühend gemacht war, die im Vorhergehenden beschriebenen Erscheinungen der Widerstandsverminderung beobachten können. Ebenso traten die zuletzt erwähnten Änderungen der Spectra ganz entsprechend bei Anwendung glühend gemachter Platinkathoden auf. — Jedoch kann ich bisher durchaus nicht für einen beliebigen Platindraht von bestimmter Länge und Dicke im Voraus sicher sein, die gewünschten Phänomene zu erhalten, wie dies bei jedem beliebigen Kohlefaden gestattet ist. Viele Platindrähte schmelzen, ohne einen Strom wiederhergestellt oder den Widerstand merklich vermindert zu haben. Der Grund liegt möglicherweise darin, dass die hier erforderlichen Temperaturen dem Schmelzpunkt des Platins unter allen Umständen sehr nahe liegen. Die Drähte, an denen die Versuche gelingen, werden stets sehr weich; vielleicht existiren Platinsorten, deren Schmelzpunkt schon unter den hier erforderlichen Temperaturen liegt; die aus ihnen gefertigten Kathoden müssen dann schmelzen, ohne die gewünschte Wirkung ausüben zu können. Es stimmt mit dieser Vermuthung, dass eine Anzahl Drähte nur einen Moment z. B. den Schliessungsstrom wiederherstellten und im nächsten Augenblick geschmolzen waren. Ich habe aber auch Platinschlingen gefunden, die eine Zeitlang vor-

¹ GOLDSTEIN, Monatsber. d. Berl. Akad. 1876. S. 281.

trefflich wirkten und die vorher beschriebenen Phänomene bei zahlreichen Wiederholungen zeigten, die dann aber versagten, auch wenn sie bis zum Schmelzen erhitzt wurden. Für eine gewisse Zahl der betreffenden Fälle könnte die Erklärung in den leitenden Depositis gefunden werden, welche in Folge der Entladungen von dem Platin auf die Wand übertragen werden und welche bei einigermaassen starker Verdünnung die Entladung der eigentlichen Kathode zum grössten Theil zu entziehen pflegen, um sie selbst zu vermitteln. Doch scheinen mir jedenfalls noch verschiedene der Aufklärung bedürftige Punkte hier vorzuliegen.

Ich habe indess die Veröffentlichung dieser Versuche nicht weiter verzögern wollen, nachdem Hr. HITTORF in dem vor einigen Tagen ausgegebenen Januarheft von WIEDEMANN'S Annalen ebenfalls den Einfluss besprochen hat, welchen die Kathodenerhitzung auf die Leitungsfähigkeit evacuirter Räume hat. Hr. HITTORF hat galvanisch glühend gemachte CARRÉ'sche Kohlenstäbchen als Kathoden angewandt; mit sehr geringen Spannungen erzielte er dann eine ganz lichtlose Entladungsform durch das Gas. Um Entladungen von der im vorliegenden Aufsatz besprochenen Art zu restituiren, liess Hr. HITTORF einen, zerstiebende Materie überführenden Flaschenfunken oder einen galvanischen Lichtbogen in der Nähe der erhitzten Kathode übergehen. Das reine Vacuum wurde dadurch, wie mir scheint, indess wohl alterirt.

Indem ich mir für einen zweiten Aufsatz ein näheres Eingehen auf die theoretischen Auffassungen der HITTORF'schen Arbeit und die Begründung meiner theilweise abweichenden Stellungnahme vorbehalte, erlaube ich mir noch zu bemerken, dass die in der vorliegenden Abhandlung dargelegten Thatsachen in kurzer Darstellung bereits in einem versiegelten Schreiben enthalten sind, das ich unter dem 2. Juli 1882 bei der Wiener Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften deponirt habe, und dessen Veröffentlichung von mir jetzt beantragt worden ist.

Ausgegeben am 7. Februar.



SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

7. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

1. Hr. ROTH legte vor: Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine, gestützt auf die von 1879 bis 1883 veröffentlichten Analysen, I. Abth.: Ältere Eruptivgesteine.

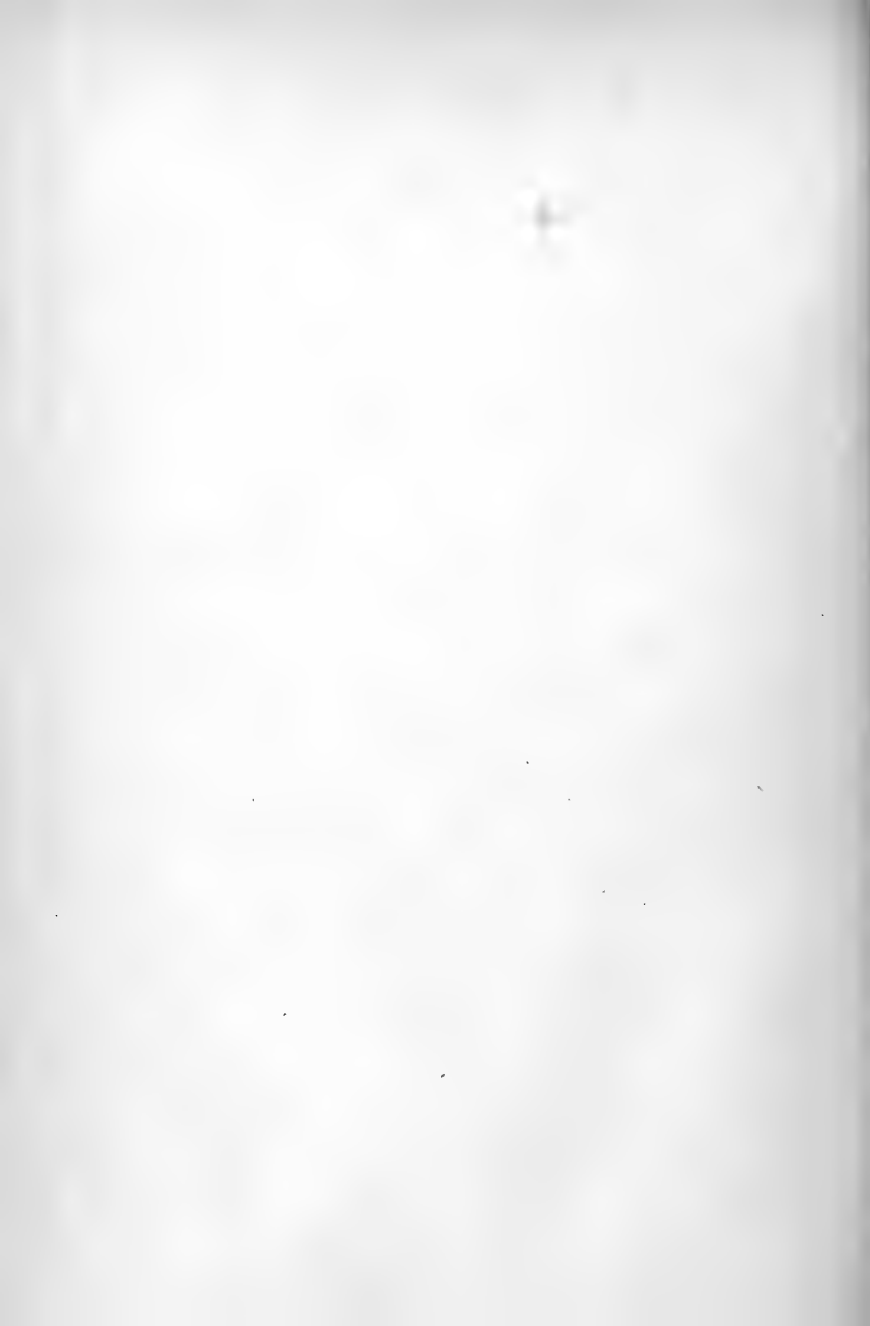
2. Hr. WEBER legte eine Notiz vor, über eine magische Gebetsformel in Tibet. Folgt umstehend.

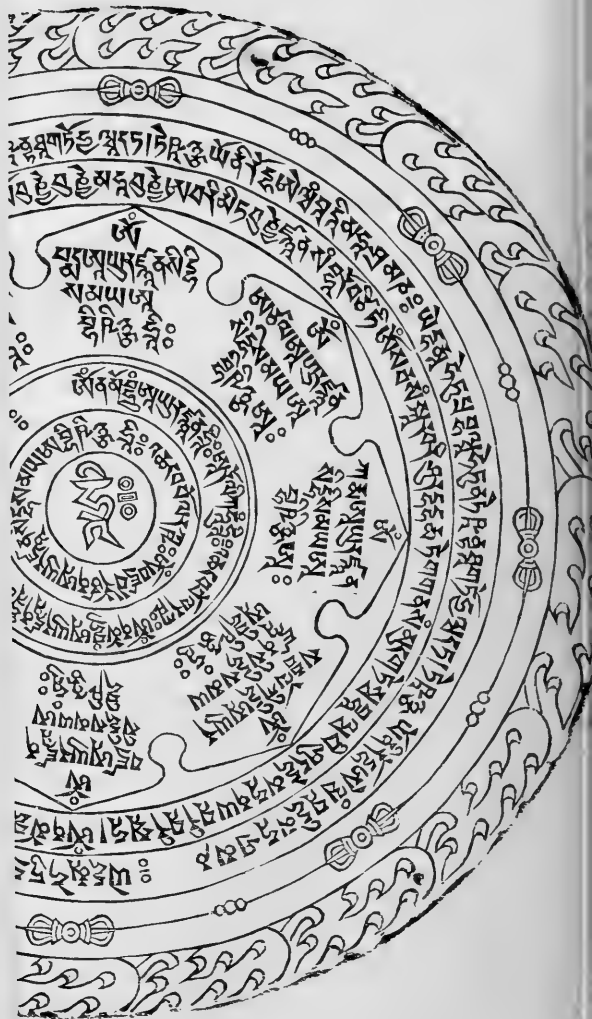
3. Hr. KRONECKER legte vor:

einen Beweis des Reciprocitätsgesetzes für die quadratischen Reste und

einen Beweis einer JACOBI'schen Integralformel.

Diese Mittheilung wird in einem späteren Sitzungsberichte erscheinen.





ie magische Gebetsformel aus Tibet.

Über eine magische Gebetsformel aus Tibet.

VON ALBR. WEBER.

Hierzu Taf. I.

Im Nachlasse Borr's befand sich, ohne dass über das wann? und woher? des Einganges etwas zu ermitteln war, eine dünne metallene Scheibe, die sich als Abdruck, resp. galvanoplastische Reproduction, eines aus acht concentrisch laufenden Kreisen bestehenden Originals ergab. Die äusseren beiden Kreise sind mit Ornamenten ausgefüllt, die sechs übrigen Kreise dagegen mit tibetischen Charakteren. Ich liess davon im December 1869 einige Abdrücke anfertigen, sandte dieselben an Freund SCHIEFNER nach St. Petersburg und erhielt schon im Februar 1870 eine Abschrift. Es ergab sich hiernach, dass bis auf ein zweimal, im zweiten und im dritten Kreise, vorkommendes Wort alles Übrige in Sanskrit abgefasst ist, und der Inhalt aus allerhand kurzen Formeln besteht, die in ihrer Gesamtheit ein buddhistisches Gebet, nach Art der sogenannten dhāraṇī, repräsentiren. Die äussere Form des Ganzen legt den Gedanken nahe, dass es sich etwa um die Aufschrift eines der in Tibet üblichen Gebets-Räder handelt, speciell um ein Gebet zur Erhaltung der Lebensdauer, da der Ausdruck āyurjnāna darin besonders hervortritt.

»Es giebt mehrere āyurjnānasūtra, schrieb mir SCHIEFNER damals, leider habe ich keines zu Hause, sonst würde ich vielleicht die Sprüche darin finden; ich werde aber nächstens nachsuchen, und zwar sehe ich soeben den Titel: āryāparimitāyurjnānahṛidaya-nāmadhāraṇī.«

Weitere Notizen erhielt ich aber nicht von ihm, und so gerieth die ganze Angelegenheit, zumal da ich bei einer Nachprüfung resp. Vergleichung der SCHIEFNER'schen Abschrift mit dem Original bei einigen Punkten in Unklarheit blieb, in Vergessenheit, bis ich vor Kurzem durch einen Besuch des Dr. W. GRUBE, Assistenten an dem ethnologischen Museum hierselbst, daran erinnert wurde. Ich übergab ihm den Abdruck, sowie SCHIEFNER's Abschrift mit meinen Bemerkungen dazu, und erhielt danach von ihm eine neue Abschrift, die in einigen



ALBR. WEBER: Über eine magische Gebetsformel aus Tibet.

Punkten von der SCHIEFNER's abweicht. Es scheint mir nun an der Zeit, die Sache zu einem Abschluss zu bringen.

Zuvörderst ist über die Behandlung, welche das Sanskrit bei der Umschreibung mit tibetischen Buchstaben hier gefunden hat, oder was auf dasselbe hinauskommt über den Textzustand, Einiges vor auszuschicken.

Da das Tibetische für b und v ein gemeinsames Zeichen hat, so wird dasselbe hier denn also sowohl bei sambuddha wie bei vajra, vāri, vinīcīta, viçuddha, vairocana etc. gebraucht. Daneben aber erscheint es auch, wie dies bei der Ähnlichkeit beider Zeichen so oft geschieht, mehrmals für p, so zunächst bei dem tibetischen Worte: 'tšhāngbabo in III, sodann aber auch bei: abarimita in V, buṇye buṇye mahā-buṇye abarimitabuṇye, ubaciti ibid. (p selbst liegt jedoch richtig vor in: 'tšhāngbapo II, padma IV^a, prabhāva V). Sodann aber wird v wiederholentlich durch das anscheinend aus lb entstandene¹ Zeichen für w gegeben, bei bhagawati und svabhāwa in V, und je dreimal bei prabhawa, awadata und ewam in VI.

Der Mangel des virāma stört am Ende bei hetuna² und awadata in VI^{a-c}, sowie besonders im Innern bei der Wiedergabe von Doppelconsonanz. Dieselbe wird nämlich entweder durch Gruppenzeichen gegeben, so bei buṇya, dharma, sarba, arhat, pra, cāmana, niçcīta, saṃskāra, sva etc., oder der erste Consonant steht selbständig (sonach mit inhärirendem a) da, so āyurājñāna, samudagata, samyakasaṃ^c, budadha, cudadha. In sidhi³, siddhi, liegt dagegen stetig scriptio defectiva, resp. Ausfall des d vor; so auch in lokidhi (für lokasiddhi, s. sogleich). Andererseits wird das m von sam einige Male doppelt aufgeführt, so in saṃm-udagata, saṃm-yak (einfach aber in saṃbuddha). Nach r liegt die Verdopplung nur einmal vor, in sarbba IV^d, fehlt dagegen in demselben Worte in V, resp. in arhate ibid., und dharmā in V. VI.

Direct fehlerhaft sind: ā statt a in ābhishiṇca IV^{a-d}, awādata VI^a, ă statt â in sambuddhāya V, i statt î in bādhi VI^b, i statt e in bhagawati V, dentales n in guṇa IV^f, gagana V, dh für d in bādhi VI^b. Auslassungen liegen vor in: lokidhi (lokasiddhi) IV^d, oṇānā für jñānāya in V, oḍharmate wohl für dharmagata in V; Mangel des samdhi in oṃita āyu^o V.

¹ das l hat hier wohl nur ideographische, mouillirende Bedeutung, resp. den Zweck für das b die weichere Aussprache als v zu sichern?

² für hetun resp. hetum; finales m wird hier stets in den dem folgenden Consonanten homogenen Nasal verwandelt, so (gleich nach hetun) teshān tathāgato (nta als Gruppe) und (weiterhin) teshāñ ca (ñca als Gruppe).

³ die Aspiraten dh, bh werden je durch eine aus d, resp. b, und h bestehende Gruppe gegeben; für th hat das Tibetische ein eigenes Zeichen.

Ich gehe nun die sechs Kreise der Reihe nach durch, und beginne mit dem mittelsten Kreise.

I. Das Centrum enthält nur das Wort: $\text{hri}\frac{\circ}{\circ}$. Dieses Wort, eigentlich: Scham, wird in den magischen Formeln der Tantra wie der Buddhisten einfach als eine magische Silbe, nach Art der anderen, die wir hier finden: bhrum , hüm , ä , träṃ , verwendet. Sollte es diese seine Stellung etwa ursprünglich jenem alten mūrdhā-bhishikta -Beispiel der Grammatiker verdanken, welches die einsilbigen Feminina auf i : dhiḥ , cṛiḥ , stri , so im Pīṅgala-chandas , s. Ind. Stud. 8, 218, resp. hriḥ , cṛiḥ , dhiḥ , stri , so im Anuyogadvārasūtra , ibid. 17, 29, nebeneinander auführt? (wie denn ja auch schon im Catap. 14, 4, 3, 9 hriṛ dhiṛ bhiḥ als specielle Bethätigungen des manas neben einander stehen). Oder handelt es sich auch bei hri von vornherein nur um Abracadabra? — Über die Bedeutung, welche in den Tantra selbst den Lauten: brūṃ , hrūṃ , brauṃ (hrīṃkāra , hrūṃkāra) zugetheilt wird, s. AUFRECHT Catalogus 97^{a, b}.

II. Der dem Centrum nächste Kreis enthält die Worte: $\text{'tsch'ang-bapola raksha}\frac{\circ}{\circ}$ om $\text{bajra bairocana āyurajñāna sidhisamayā abhi-shīṇca hri}\frac{\circ}{\circ}$

Das erste Wort, das sich ebenso, und zwar auch mit dem Beisatz $\text{raksha}\frac{\circ}{\circ}$, im folgenden Kreise vorfindet, ist das tibetische: » 'tsch'ang-bapo , Halter, Bewahrer¹: hinzugefügt ist das Affix la , um es von raksha abhängig zu machen: eigentlich fehlt dem Tibetischen der Accusativ, und statt dessen braucht man einen Dativ. Es scheint also wohl ein Amulet oder Talisman zu sein« (SCHIEFNER). — Es fragt sich nun, ob das Zeichen $\frac{\circ}{\circ}$, resp. $\frac{\circ}{\circ}$, hinter raksha , das sich auch hinter den magischen Silben hri , hüm , ä , träṃ findet, als visarga zu fassen ist, wie bei mahācramanāḥ in VI, oder ob es nur einen graphischen Zierrath vorstellt, als welche es hier z. B. am Schluss des dritten Kreises factisch vorliegt. Im erstern Falle erhalten wir rakshaḥ , eine Wortform, die wir aber freilich nicht recht brauchen können, wenn wir einen Sinn herstellen wollen, und für die wir zu diesem Ende vielmehr doch raksha zu lesen, den Visarga somit als eine unrichtige Zuthat zu betrachten hätten. Man müsste denn etwa annehmen, dass rakshaḥ eine unrichtige Form für rakshā sei, was ja in Texten dieser Art an und für sich wohl kein grosses Bedenken haben würde. Lesen wir raksha , so ist der Sinn: »schütze den Halter, Bewahrer«

¹ s. SCHMIDT, tibetisches Wörterbuch 167^b; 'tsch'angpa heisst: tragen, halten, in der Hand halten, mit sich führen, bei sich haben, bewahren. Neben 'tsch'angbapo findet sich auch 'tsch'angpo in derselben Bedeutung. Die Wurzel 'tsch'angba heisst erklären, unterrichten, belehren.

d. i. doch wohl den Besitzer; lesen wir dagegen rakshah = rakshā, so bedeuten die beiden Wörter: »Schutz dem Besitzer«.

Die folgenden Worte stehen, bis auf das Verbum am Schluss, alle in thematischer Form da, sind also als Vocative zu fassen, somit etwa: »om, o (du) leuchtender Demant! Kunde der Lebensdauer! Moment der Vollendung, begiesse (weihe, das Object fehlt), hrīh.«

Diese Übersetzung fasst die einzelnen Worte je als für sich bestehend, zieht nur āyurjnāna und siddhisamaya je für sich zusammen. Man kann ja aber auch: vajravairocana und: āyurjnānasiddhisamaya zusammenziehen: »o du wie Demant leuchtender Moment der Vollendung der Kunde der Lebensdauer«. — Was denn nun im Einzelnen zunächst vairocana betrifft, so ist die Auffassung desselben als eines Appellativums, und zwar im Sinne von virocana, keineswegs sicher. vairocana erscheint nämlich auch (s. Pet. W.) als Name eines Buddha, resp. einer Sippe von Siddha, ja auch als eine bestimmte Welt der Buddhisten. Ich lasse mich bei obiger Auffassung wesentlich dadurch bestimmen, dass es auch als Name eines bestimmten muhūrta vorliegt, und dies scheint mir hier gerade sehr gut zu passen. Die Auffassung von vajra als Demant scheint mir theils durch den Beisatz vairocana, theils dadurch indicirt, dass diese Bedeutung des Wortes bei den nördlichen Buddhisten offenbar besonders beliebt ist. — Ob wir sodann āyurjnāna für sich stellen (so erscheint es in III), oder mit siddhisamaya componiren (in IV liegt derselbe Fall wie hier vor), bleibt für den Sinn im Wesentlichen gleich. In āyurjnāna »Kunde der Lebensdauer«, liegt jedenfalls die Hauptpointe des ganzen Gebetes. Dasselbe empfiehlt (den Betenden, resp. den Besitzer des Amulets) der Begiessung dadurch, der Weihe damit, d. i. doch wohl, es wünscht für ihn die Erlangung dieser Kenntniss. — siddhisamaya, Zeitpunkt, Moment der Vollendung, oder event. des Zaubers, der Zauberkraft. — Eine veritable Gottheit ist nach der vorstehenden Auffassung hier somit nicht angerufen, sondern nur eine abstracte Idee, freilich unter Bezeichnung derselben mit einem concreten Beisatz (vajravairocana), der ihr etwas Persönliches verleiht. In V erscheint āyurjnāna, resp. aparimitāyur^o, allerdings als Beiwort zu Tathāgata, somit könnte man es event. auch hier auf ihn beziehen; indessen der hiesige Beisatz siddhisamaya scheint mir dazu nicht zu passen.

III. om namo bhruṃ āyurjnāna hrīḥ ārolika hūṃ hrīḥ, 'tslī ang-babola rakshaḥ, om namo bhruṃ āyurjnāna hrīḥ ārolika hūṃ hrīḥ ḥḥ.

Ausser den magischen Formeln: bhruṃ, hūṃ ist hier noch ārolika neu. Das Wort erscheint in gleicher Construction wie āyurjnāna, resp. ebenfalls in thematischer Form, beide sind somit als Vocative zu fassen, und zwar fasst der Anruf: »om! Verneigung, bhruṃ! o Kunde

der Lebensdauer, hri, o ârolika! hûm, hri!« die schon in II vorliegende Bitte: »schütze den Besitzer!« ein, steht davor und dahinter. — Was mag nun mit ârolika gemeint sein? SCHIEFNER vermuthete: »ob ârolika nicht aus arogika?« Nun, arogika ist zwar nicht belegt, immerhin aber eine mögliche Bildung, und würde: »gesund« bedeuten. Besser noch wäre ârogika, was SCHIEFNER vielleicht auch gemeint hat: »wer, oder was, auf aroga, Gesundheit, sich bezieht«, was zu âyurjnâna gut passt. Die Zeichen für g und l sind aber freilich sehr verschieden. An âlola: »ein wenig zitternd, rollend« ist jedenfalls wohl nicht zu denken, denn man wird doch bei einem dergleichen Gebete dem Angerufenen schwerlich das Stigma des Unstäten, Schwankenden aufheften wollen! — Am Schluss ist das zweite ∘ rein graphisch, zur Ausfüllung des Platzes gebraucht.

IV. Der nächste Kreis enthält acht verschiedene Anrufungen. Es fragt sich, welche derselben an den Anfang zu stellen ist. Da keine besondere Marke dafür vorliegt, ist das Einfachste, sich hierbei an den Anfang der Kreise I und III zu halten, somit diejenige Anrufung voranzustellen, welche direct über hri ∘ und über om namo steht. So kommt dann auch von den schliessenden magischen Silben hri sowohl an den Anfang wie an das Ende der Reihen zu stehen.

- a. om padma âyurajnâna sidhisamaya âbhishiñca hri ∘
- b. om acala âyurajnâna sidhisamaya âbhishiñca â ∘
- c. om karma âyurajnâna sidhisamaya âbhishiñca â ∘
- d. om sarbbalokidhi âyurajnâna sidhisamaya âbhishiñca hûm ∘
- e. om bajra âyurajnâna sidhisamaya abhishiñca hûm ∘
- f. om guna âyurajnâna sidhisamaya abhishiñca om ∘
- g. om ratna âyurajnâna sidhisamaya abhishiñca trâm ∘¹
- h. om jnâna âyurajnâna sidhisamaya abhishiñca hri ∘

In das schon in II vorliegende Gebet: »om! Kunde der Lebensdauer! Zeit der Vollendung! begiesse (weihe, den Besitzer)« sind hier nach dem: »om!« acht verschiedene Wörter, deren jedem eine bestimmte magische Bedeutung zukommt, eingeschoben, sowie am Schluss je eine besondere magische Silbe hinzugefügt. Die acht Wörter sind der Reihe nach: Lotusblume, Berg, Werk, Vollendung aller Welt (Welten), Demant, Tugend, Juwel und Kunde. Als Schluss-silben fungiren: hri, â (zweimal), hûm (desgl.), om, trâm, und hri, sind resp. je mit dem visarga als Nachklang versehen.

V. om namo bhagawati abarimita-âyurajnânâ subiniçcitatorâ-jâya || tathâgatâya || arhate saṃmyakasaṃbuddadhâya || tad yathâ | om bunye bunye mahâbunye abarimitabunye jnânasambhârobaciti, om

¹ ob etwa hrâm zu lesen?

sarbasaṃskārābariṇudādhadharmate gaganasaṃmudagate svabhāvābhi-
 cūḍadhe mahānayabāri bāri svāhā |

Dieser Absatz zerfällt in zwei Theile, 1. einen Heilruf an Buddha und 2. zwei an Feminina gerichtete Anrufungen. Der erstere ist theilweise corrupt, lässt sich aber leicht herstellen (lies: bhagawate aparimitāyurjñānāya) und lautet: »om! Verneigung dem Glückseligen, unermessliche Kunde der Lebensdauer Besitzenden, dem festentschiedenen Lichtkönig, dem Tathāgata, dem Arhant, dem völlig Erwachten!« — Die nächstfolgenden Worte: tad yathā, dienen sonst nur zur Einführung eines das Vorhergehende zu erläutern bestimmten Citates. hier dagegen müssen sie wohl einfach als Verbindungsformel, resp. als Übergang zu den andern beiden Anrufungen gefasst werden. — Diese letzteren nun sind in ihrem Wortlaut auch ziemlich corrupt, und zwar bleiben mir hier Sinn und Construction im Ganzen wie im Einzelnen unsicher. Zunächst wird, wie es scheint, die »Ansammlung der Fülle (?) des Wissens« angerufen (ropacite zu lesen?), unter Vorausschickung mehrerer Beiwörter: »om! o heilige, heilige, hochheilige, unermessen heilige!« Das Subject der zweiten Anrufung aber: mahānayabāri bāri, resp. vāri vāri, ist unsicher. vāri Wasser ist Neutrum, die vorhergehenden Appositionen aber sind feminine Vocative. Zudem, was sollte »Wasser« hier bedeuten? in I. III. war ja freilich von Begiessen (Weihe) durch das Wissen die Rede; aber die Beiwörter stimmen doch gar nicht zu: Wasser. Da ist es denn sehr willkommen, dass wir im Pet. W. nach Hemac. anek. und Medini das Wort vāri, vāri auch als Femininum, und zwar in der Bedeutung: »Rede, Göttin der Rede« vorfinden¹; mahānayavāri wäre also etwa: »Muse der grossen Führung?« Mit dharmate ist aber nichts zu machen, und ist damit wohl entweder dharmato oder etwa dharmagate gemeint. So übersetze ich denn rein conjecturell: »om, o (du) in dem durch alle Sacramente² gereinigten dharma hausende! Himmelentsprossene! durch deine eigene Natur gereinigte Muse der grossen Führung! o Muse! benedictio (sit)!«

VI^a. ye dharmā hetuprabhāvā hetuna teshān tathāgato hy avā-
 data | teshān ca yo nirodha evaṃ bādhi mahācramaṇaḥ.

b. ye dharmā hetuprabhāvā hetuna teshān tathāgato hy awa-
 data | teshān ca yo nirodha evaṃ bādhi mahācramaṇaḥ.

¹ sollte hierbei etwa die Bedeutung: »Wasser, Fluth, Strom« zu Grunde liegen? cf. die sarasvatī im Veda.

² ich nehme das Wort saṃskāra hier in diesem brahmanischen Sinne, weil mir derselbe zu der Reinigung des dharma am besten zu passen scheint. Über den buddhistischen Sinn des Wortes: »concept ou imagination« s. BERNOUF, Introd. p. 504 und bes. 506: »les Tibétains entendent ce terme de même, car Csoma traduit par 'any real or farcied thing' le mot Hdu-vyed, synonyme tibétain de saṃskāra.«

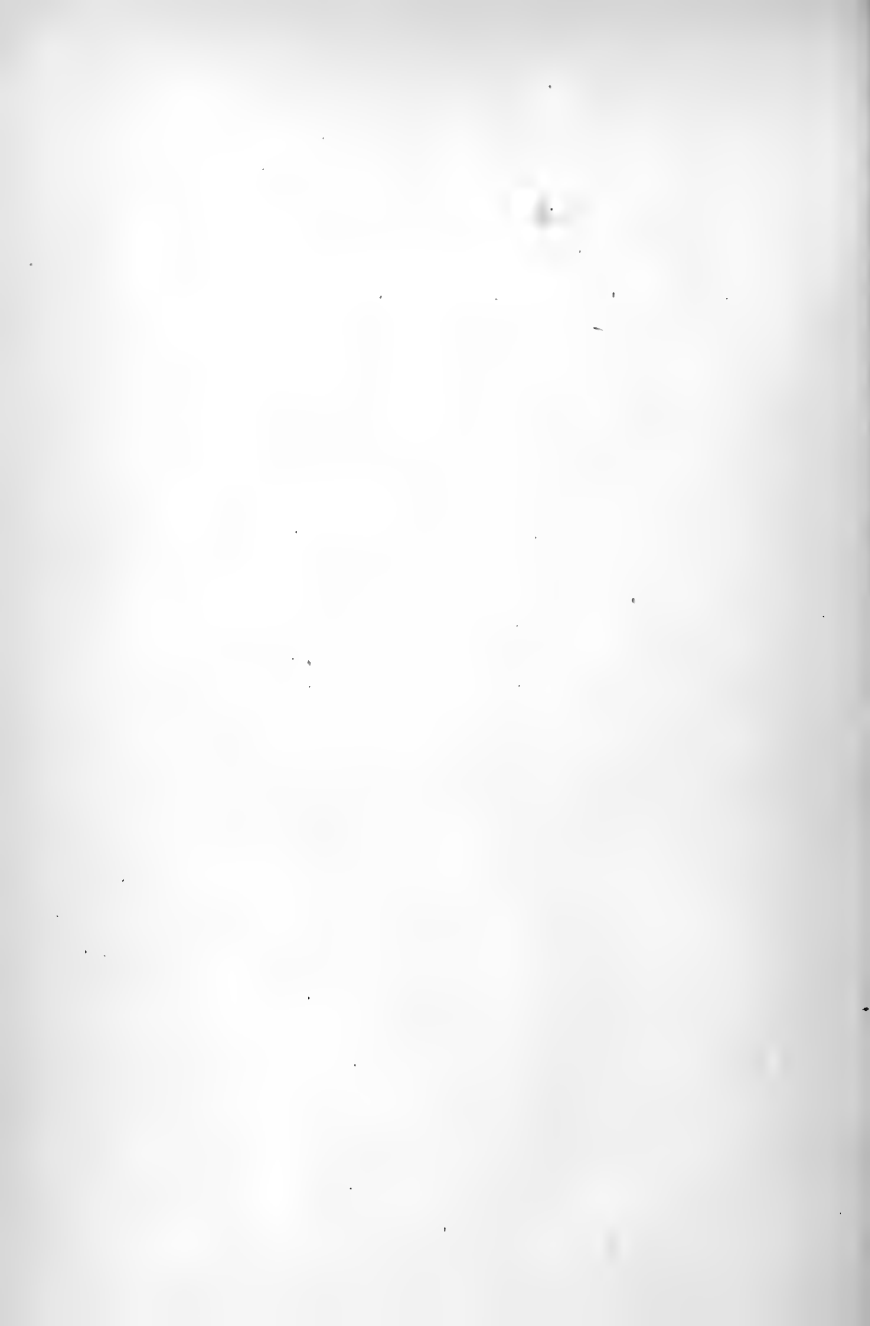
e ye dharmā hetuprabhavā hetuna teshān tathāgato hy awa-
data | teshān ca yo nirodha evaṃ vādi mahācramaṇaḥ.

Hier sind wir denn auf classischem Boden, haben resp. die schon seit geraumer Zeit (s. darüber BURNOUR Lotus de la bonne loi p. 522 fg.) bekannte, den Buddhisten des Nordens und des Südens gemeinsame alte Bekenntnissformel vor uns:

ye dharmā hetuprabhavā hetun teshān tathāgato hy avadat |
teshān ca yo nirodho evaṃ vādi mahācramaṇaḥ ||

Welche Zustände aus Ursachen hervorgehen, deren Ursache hat der Tathāgata gesagt. | Und auch was ihre Aufhebung ist, hat ebenso der grosse Cramaṇa gesagt. ||

Das ye im Eingange ist solenn beglaubigt, verstösst aber, wie schon LASSEN. Z. Kunde des Morg. 1. 229ⁿ bemerkte, gegen das Metrum (āryā). Doch hat auch schon er wie BURNOUR l. c. p. 525 darauf hingewiesen, dass der Spruch ursprünglich wohl in Pāli abgefasst war, somit theils: hetupabhavā hatte, theils das e von hetu darin als kurz gebraucht zu gelten hat (auch für das Sanskrit selbst ist übrigens die Positionslänge vor pr eine beliebige, s. Ind. Stud. 8, 224.). Die durch das Metrum bedingte Lesung nirodho (statt 'dha), so wie vādi als 3. p. Sgl. Aor. (LASSEN) sind ebenfalls wohl aus dem ursprünglichen Pāli-Text des Spruches in die Sanskrit-Form desselben herübergekommen. BURNOUR wollte vādi als Nom. Singul. von vādin auffassen. — Zum Spruche selbst s. noch HARDY Manual of Buddhism p. 196.



1884.

VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

14. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. DU BOIS-REYMOND.

1. Hr. PRINGSHEIM las über die Sauerstoffabgabe im Spectrum.

2. Hr. DU BOIS-REYMOND legte eine von Hrn. Prof. HUGO KRONECKER, Vorsteher der speciell-physiologischen Abtheilung des physiologischen Instituts der Königl. Universität, in Verbindung mit Hrn. Cand. med. F. SCHMEY gemachte Mittheilung über das Coordinationcentrum der Herzkammerbewegungen vor. Dieselbe folgt umstehend.



Das Coordinationscentrum der Herzkammerbewegungen.

Von Dr. H. KRONECKER und Cand. med. F. SCHMEY.

Es war durch mancherlei Erfahrungen wahrscheinlich gemacht, dass beim Frosche in der Herzkammer unterhalb der Querfurche nervöse Organe vorhanden sind, welche die gesonderte rhythmische Bewegung des Ventrikels vermitteln.

VOLKMANN beobachtete (1844), dass ein isolirter Frosehherzventrikel, welcher der Länge nach von der Basis zur Spitze gespalten wird, coordinirt zu schlagen aufhört, wenn der Schnitt über $\frac{3}{4}$ der Längsaxe beträgt. Es pulsiren dann die beiden Hälften in verschiedenem Rhythmus. LUDWIG und HOFFA fanden (1850), dass ein Frosehherzstumpf, in Froschblut aufbewahrt, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde nach seiner Trennung von den Ganglienhaufen (im Sulcus), mit einer Nadel bestrichen, durch längere Zeit wieder in rhythmische Bewegung gerathen kann. BIDDER wies (1852) mikroskopisch, sowie durch Reiz- und Durchschneidungsversuche nach, dass in dem Vorhofsrande des Frosehherzventrikels ein die reflectirten Bewegungen bewirkendes Centrum enthalten sein müsse, dessen Einfluss auf den Vorhof, wenn vorhanden, wenigstens minder sicher sei. Nach Abtrennung des Ventrikelrandes mit seinen Ganglien sah er aber in einigen Fällen doch noch Reflexbewegung an der abgetrennten Kammer, in welcher er jedoch keine Ganglien finden konnte. H. MUNK postulierte (1861) »Ventrikelganglien an der Mitte des oberen Ventrikelrandes, Vorhofsganglien an der Scheidewand in etwa $\frac{1}{4}$ der Vorhofshöhe über den ersteren Ganglien, Bulbusganglien in der unteren Hälfte des Bulbus«. LÖWIT beschrieb (1881) ausführlich »das Bulbusganglion«; ENGELMANN zeigte (1882) mikroskopisch, dass der Bulbus aortae des Frosehherzens keine Ganglien enthält.

REMAK hat (1844) makroskopische Ganglien an den Nerven abgebildet, welche auf den Kammerwandungen und in der Kammercheidewand des Kalbsherzens verlaufen. In neuester Zeit (1883) hat WOOLDRIDGE unter Leitung von C. LUDWIG die Function der Kammererven des Säugethierherzens untersucht und kam zu dem Schlusse,

dass die Kammernerven nicht mehr als motorische im weiteren Wortsinne zu betrachten seien. Dagegen hat er von den vorderen Kammernerven sehr interessante sensible Wirkungen auf Pulsfolge und Blutdruck beobachtet. Nach zerquetschender Ligatur »der gesamten Vorhofswand unmittelbar über den Klappensegehn« »setzen die Ventrikel ebenso wie die Vorhöfe ihre Schläge fort, jeder jedoch in einem besonderen Takte,« Vagus und Accelerans innervirten aber jetzt nur noch die Vorkammern, nicht mehr die Kammern.

Die Wege, auf welchen die coordinirenden Erregungen der Ventrikel geleitet werden, waren bisher dunkel geblieben: Nervengeflechte mit und ohne Ganglienzellen, sowie auch die Herzmuskelgeflechte selbst wurden dafür in Anspruch genommen. Folgende Beobachtungen werfen auf diese Wege neues Licht.

Der Zweite von uns hat seit mehreren Monaten eine Reihe von Versuchen angestellt, welche die Contractionsart der Herzkammernuskeln verdeutlichen sollten. Bei dieser Gelegenheit stiessen wir auf folgendes sehr merkwürdige Phänomen:

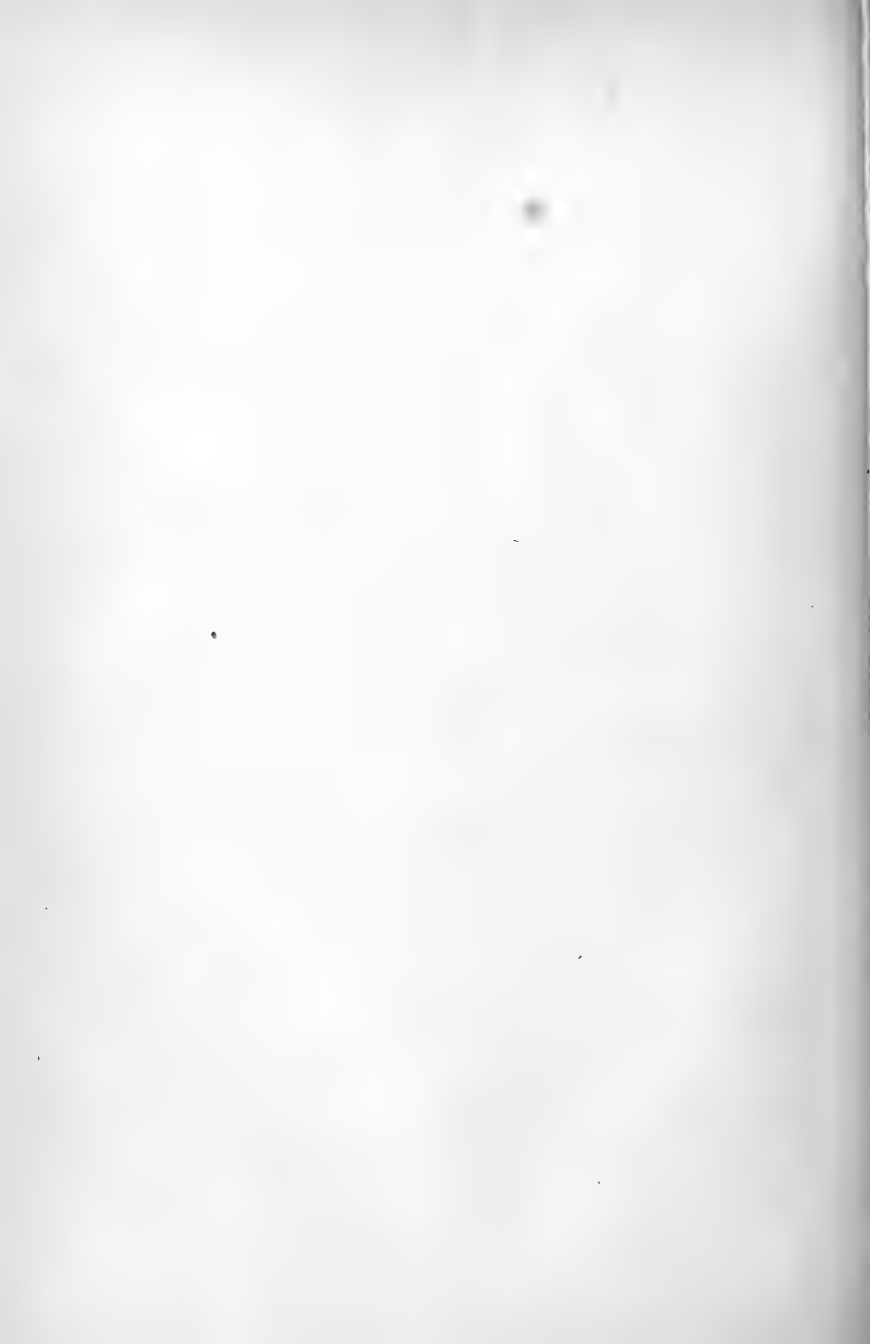
Ein Hund war narkotisirt und curarisirt, künstliche Athmung war eingeleitet, das Herz war freigelegt, auf dem angespannten Perikard zur Thoraxapertur gehoben; die Vagi waren zur Tetanisirung präparirt, Kymographion und Schreibvorrichtungen waren in Ordnung gebracht, um die Contraktionen des sehr kräftig schlagenden Herzens von dem grossen Hunde auf den rotirenden Cylinder zu übertragen. Der Eine von uns senkte eine Nadel in das Herz, um die Bewegungen der getroffenen Stelle zu registriren. — Da hörten, momentan gelähmt, die Herzkammern zu pulsiren auf und verfielen, diastolisch erweitert, in fibrilläre Zuckungen, wie man solche bei acut absterbenden Herzen zu sehen pflegt. Sofort wurde die Nadel entfernt, der Zustand blieb. Kneten des Herzens war erfolglos. Die Coronargefässe waren unverletzt. Die Vorhöfe pulsirten normal weiter. Als die Vagi tetanisirt wurden, blieben die Vorhöfe, wie normal, in Diastole ruhig, die Ventrikel aber setzten ihr Flimmern unbeeinflusst fort. — Das Thier starb, ohne dass die Kammern noch einen Schlag ausgeführt hätten.

Nun erinnerten wir uns, bei den früheren Versuchen schon ähnliche Erscheinungen beobachtet zu haben; doch war dies meist in vorgeschrittenen Stadien der Experimente geschehen, nach wiederholten Einstichen und localen Zerrungen des Herzens. Wir wiederholten den Versuch unter einfachsten Bedingungen und fanden ohne Ausnahme bei acht Hunden, wie bei Kaninchen, dass die Verletzung einer kleinen noch nicht umgrenzten und anatomisch bestimmten Stelle an der unteren Grenze des oberen Drittels der Kammerscheidewand genügt, um die Herzkammern dauernd zu lähmen.

Hier — am geschütztesten Orte des Herzens — muss also ein Kreuzungspunkt der Innervationswege liegen, welcher in der Norm als Coordinationscentrum für die Musculatur der Herzkammern dient und wirksame Pulse ermöglicht. Wenn dies ordnende System zerstört ist, so arbeiten die Muskelgeflechte anfangs nicht weniger kräftig aber erfolglos, weil ungleichzeitig.

Die Acupunctur des Herzens ist seit JUNG (Berichte der naturforschenden Gesellschaft in Basel 1836) wohl von allen Physiologen als ein ganz unschädliches Hilfsmittel benutzt worden, um die Bewegungen des Herzens oder einzelner Abschnitte desselben am unverletzten Organe zu studiren. STEINER hat (1871) die Elektropunctur des Herzens zur Lebensrettung bei Chloroformsynkope empfohlen. VULPIAN hat (1874) vor solcher Elektropunctur gewarnt, weil Inductionsströme nicht nur mässiger Intensität das Herz tödten können.

BARDELEBEN sagt in seinem Lehrbuch der Chirurgie (1865, Bd. III S. 627, 628): »Die Herzwunden sind nicht alle absolut tödtlich. Dies gilt zunächst ohne Zweifel für diejenigen, welche zwar in die Herzsubstanz eindringen, aber keine der Herzhöhlen geöffnet und keines der Kranzgefässe des Herzens verletzt haben. Aber auch diejenigen, welche in eine der Herzhöhlen, namentlich in einen Ventrikel gelangt sind, tödten nicht immer. Erfahrungen der Art sind von Jägern häufig an Thieren gemacht worden, in deren Herzsubstanz sie nicht blos in die Ventrikel eindringende Narben, sondern auch in diesen Höhlen selbst liegende Kugeln vorfanden. DUPUYTREN hat vorzugsweise darauf aufmerksam gemacht, dass auch die Richtung der Wunde im Verhältniss zur Anordnung der Muskelfasern der Ventrikel und der Umstand, ob das verletzende Instrument längere Zeit in der Wunde verweilt hat, oder sogleich wieder ausgezogen ist, für die Frage nach der Lebensgefahr überhaupt, und namentlich nach der unmittelbaren Lebensgefahr von Bedeutung ist. Tödtlich werden Herzwunden entweder durch Blutung nach aussen oder durch strotzende Füllung des Herzbeutels mit Blut und dadurch bedingte Behinderung der Herzbewegung.«



1884.

IX.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

14. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

Hr. WATTENBACH las über Hermann von Marienfeld aus
Münster.

Die Mittheilung folgt umstehend.



Über Hermann von Marienfeld aus Münster.

Von W. WATTENBACH.

F. KALTENBRUNNER hat im Jahre 1876 in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften, philosophisch-historische Classe, 82. Band, S. 289—414, die Vorgeschichte der Gregorianischen Kalenderreform behandelt. Er hat gezeigt, wie schon seit dem Jahre 1200 die Kenntniss der Fehler des Julianischen Kalenders nachweisbar ist, und immer dringender das Verlangen sich geltend machte, den Kalender mit den wirklichen Erscheinungen der Gestirne wieder in Einklang zu bringen, vorzüglich auch das Osterfest wieder an seinen richtigen Platz zu bringen. Dass zu falscher Zeit gefastet und nicht gefastet wurde, erschien als eine höchst gefährliche und bedenkliche Angelegenheit. Es ist lehrreich zu verfolgen, wie lange noch die theologischen Gesichtspunkte im Vordergrund stehen, wie unbegründete Überlieferung maassgebend, wie dürftig und mangelhaft noch die wirkliche Beobachtung ist. Dass die Durchführung der Reform endlich erst nach dem Eintritt der Kirchenspaltung erfolgt ist, hat ihr grosse Schwierigkeiten in den Weg gestellt und sie lange Zeit verkrüppelt, allein man darf es doch nicht beklagen, weil in der That vor den grossen Entdeckungen des 16. Jahrhunderts die Kenntnisse noch zu unzureichend waren, um eine feste Grundlage gewähren zu können.

Nichts desto weniger verdienen auch die Bemühungen der Vorläufer der grossen Reform unsere Anerkennung, und das gewaltige Concil zu Basel hat, seinem ganzen Charakter entsprechend, auch darin sich bewährt, dass es diesen Übelstand, wie so viele andere, erkannt und ins Auge gefasst hat, auch hier bis zur Schwelle der Reform vorgeschritten ist, dann aber einhielt. Wäre aber auch das Decret angenommen und veröffentlicht worden, so hätte es doch zur Geltung nicht mehr gelangen können.

ROGER BACO, der so kühn seiner Zeit voran eilende Franziskanermönch, ist es, der zuerst bei der Kritik der Fehler nicht stehen blieb, sondern eine thatsächliche Reform anstrebte; in dringendster Weise forderte er den Papst auf, die Sache in die Hand zu nehmen und mit Hülfe gelehrter Astronomen die Verbesserung des Kalenders aus-

zuführen. Allein die Päbste hatten damals andere Sorgen und erst der gelehrte Pabst CLEMENS VI. um die Mitte des 14. Jahrhunderts nahm sich wirklich mit Ernst der Sache an und liess Abhandlungen darüber ausarbeiten. Doch hatte es keine Folgen: nur in den Kreisen der Gelehrten ruhte die Frage nicht mehr, und im Jahre 1411 schrieb der Cardinal PIERRE D'AILLY eine Abhandlung, welche er an den Pabst Johann XXIII. richtete, mit dem Wunsche, dass dieser die Angelegenheit dem Concile vorlegen möge. Damit muss das von ihm 1412 nach Rom berufene Concil gemeint sein, welches unter dem unehrerbietigen Namen des Eulencouncils bekannt ist. In der That ist ein Decret des Pabstes vorhanden, durch welches er das Concil beauftragt, die Sache vorzunehmen, aber dieses war so schwach besucht, dass es sich von selbst wieder auflöste. Pierre d'Ailly hat dann auf das Constanzer Concil seine Hoffnung gesetzt und diesem im März 1417 seinen Tractat vorgetragen, aber dieses Concil, welches den grossen Ruhm hat, der Kirchenspaltung ein Ende gemacht zu haben, wurde bekanntlich aufgelöst, nachdem es den neuen Pabst gewählt hatte, und mit allen übrigen Reformen war auch die Kalenderreform veragt.

Es ist allgemein bekannt, wie hochfliegende Hoffnungen sich an die lange hinausgeschobene und endlich doch zusammengekommene Kirchenversammlung zu Basel knüpften, und es ist selbstverständlich, dass man von ihr auch die Reform des Kalenders erhoffte. Wir finden denn auch, dass schon im Jahre 1432 ihr ein Exhortatorium überreicht wurde, dessen Verfasser KALTENBRUNNER nach der Melker Handschrift, in welcher er seinen Tractat fand, HERMANN ZOESTIUS nennt, mit der Bemerkung, dass ihm über dessen Persönlichkeit nichts bekannt sei. Doch ist er schon auf der richtigen Spur, indem er eine Stelle des TRITHEMIUS auf ihn, wenn auch nur vermuthungsweise, bezieht. Dieser sagt nämlich in seinem *Catalogus illustrium virorum* Germ. (Opp. hist. ed. Freher I, p. 155): 'Hermannus monachus coenobii Campensis, quod situm est in Westphalia, Monasteriensis dioecesis, vir studiosus et eruditus et tam in jure canonico quam in divinis scripturis egregie doctus, ingenio subtilis et apertus eloquio. Scripsit nonnulla exercitii opuscula, quibus pro defensione Basiliensis concilii non medioeriter laboravit, e quibus vidi volumen quod praenotavit de vocibus diffinitivis in concilio generali, in quo concludit quod omnes, qui in concilio locum habuerint, et voces debeant habere diffinitivas. Item de auctoritate papae et concilii lib. 1. de natura quoque schismatis lib. 1. de neutralitate lib. 1. De ceteris, quamquam multa scripsit, ad me nihil pervenit. Claruit tempore concilii Basiliensis a. D. 1440 sub exordio regni Frederici tertii.'

In seiner Schrift *De scriptoribus ecclesiasticis* (ib. p. 356) bezeichnet er das Kloster noch genauer als *Cisterciensis ordinis*, ihn selbst als *natione Teutonicus, patria Westphalus*. Auch sind die Anfänge der Schrift *de vocibus diffinitivis*, nämlich 'Jam saepius iteratis vicibus', und der Schrift *de potestate papae et concilii*, nämlich 'Beatus Athanasius', angegeben.

Trithemius nennt ihn freilich weder Zoestius noch erwähnt er seine Schrift über den Kalender, doch lassen die unten mitgetheilten Zeugnisse keinen Zweifel an der Identität. Natürlich sind seine Worte die Grundlage aller späteren Angaben, doch nicht ohne Zusätze und Fehler. Der Benedictiner BERNHARD WITTE, dessen im Anfang des 16. Jahrhunderts verfasste *Historia Westphaliae* 1778 gedruckt wurde, folgt (S. 835) einfach Trithemius. Ebenso GESNER in seiner *Bibliotheca* (1545). W. EYSENGREIN in seinem *Catalogus testium veritatis* (1565) Bl. 165 verso, rühmt ihn als 'orator perfectissimus, jureconsultus celeberrimus, nec ulli theologorum secundus', was er schwerlich gethan haben würde, wenn er die Schriften gekannt hätte. STANGFOL in seinen *Annales circuli Westphal.* (1656, 4) III. 500, folgt den von ihm genannten Autoren Trithemius und Henricus Panthaleon, ohne neue Thatsachen zu bringen. Jo. A. FABRICIUS aber (1734) macht ihn zum Mönch 'de Campo veteri', d. h. von Kamp unweit Rheinberg im Kölner Sprengel, und HARTZHEIM in seiner *Bibliotheca Coloniensis* (1747) S. 139, während er übrigens Trithemius folgt, zum Mönch von Altenberg im Kölner Sprengel.

Neue Angaben finden sich in den Anmerkungen der Minderbrüder Conventualen in Münster zu der von ihnen besorgten Ausgabe von Kleinsorgens Kirchengeschichte Westfalens vom Jahre 1780 (II, 273). Hier wird nämlich aus einem *Catalogus abbatum Marienfeldensium* angeführt, dass 'er mit dem Beynamen Soest benannt worden und aus Münster gebürtig gewesen sey, dass er auf dem Concilio zu Cosnitz den Griechen ein Confessionale ausgearbeitet und deswegen auch bey den Griechen sich die grösste Hochachtung erworben habe.' 'Er wurde', heisst es weiter, 'besonders als ein grosser Mathematiker nach Cosnitz berufen, um den Kalender (welcher von der Nachtgleiche abgewichen) in eine richtige Ordnung zu setzen: dieses grosse Werk aber ist Gregorius dem XIII. vorbehalten'. Da nun hier von dem Baseler Concil kein Wort gesagt ist, werden wir darin nur eine Verwechslung sehen dürfen. Und endlich heisst es: 'Er ist hernächst Beichtvater zu Münster ad S. Aegidium geworden, wo er unserer Meynung nach die Chronike geschrieben hat'. Dazu stimmt die Angabe in der Münsterischen Bischofschronik (ed. Ficker, S. 323): 'Anno 1468 wordt datt Kloister to sent Ilien to Munster

ser vorändert und harder besloten. Und dar quam ein confessor von Leseberen, anders hadden de van Marienfeldt dar einen'. Dass er jedoch die Marienfelder Bearbeitung der Bisthumschronik geschrieben habe, bestreitet J. FICKER in der Vorrede zu den Münsterischen Chroniken, S. XIX. DRIVER in seiner Bibliotheca Monasteriensis (1799) wiederholt nur die eben erwähnten Angaben der Minoriten. Im Nekrologium von Marienfeld, welches VON LEDEBUR in Dorow's Denkmälern alter Sprache und Kunst, 2. Band, herausgegeben hat, findet sich sein Name nicht; in den Anmerkungen wird er S. 177 erwähnt, mit Berufung auf Stangenfol und Kleinsorgen; es wird aber gesagt, dass er vom Generaleapitel zum Baseler Concil geschickt sei, worüber ich sonst keine Nachricht gefunden habe: auch dass er im Kloster St. Aegidien gestorben sei.

Endlich hat noch EVELT in der Zeitschrift für Westfälische Geschichte und Alterthumskunde, 21. Band (1861) S. 289 Hermann berührt; er sagt dort, dass Hermann aus Rütthen gebürtig gewesen sei, ohne einen Beleg anzugeben. Vollkommen sichere Auskunft über seine Person und über die Identität des Trithemischen Hermann mit dem Verfasser der Schrift über den Kalender gewähren die weiter unten mitgetheilten Verse, welche ihn ausdrücklich als Mönch von Marienfeld bezeichnen.

Diese Verse, welche ihn uns völlig unberührt vom humanistischen Hauche zeigen, die aber nicht schlechter sind als man sie sonst in jener Zeit machte und sogar schön fand, sind bei seinen Lebzeiten geschrieben und rühren aller Wahrscheinlichkeit nach von ihm selbst her.

Er war also Mönch im Cistercienserkloster Marienfeld, jetzt im Kreise Warendorf, im Sprengel von Münster, war aber gebürtig aus Münster, weshalb er auch Hermann von Münster heisst. Den Beinamen Soest mag seine Familie geführt haben, die vielleicht aus dieser Stadt stammte.

Im Kloster Marienfeld war von 1410 bis 1443 ein Abt Hermann, welcher eine neue Bibliothek im Stift baute und sich die Beschaffung von Büchern sehr angelegen sein liess. Ohne Zweifel ist er dadurch den Studien unseres Hermann sehr förderlich gewesen, und als ein litterarisch gebildeter Mann wird er an dem strebsamen Mönch seine Freude gehabt haben, und er wird auch dessen Sendung nach Basel bewirkt haben, denn auf eigene Hand konnte er nicht dahin gehen. Ob ein Beschluss des Generaleapitels seine Sendung veranlasste, müssen wir dahingestellt sein lassen.

Dass er nun in Basel durch jenes 'Exhortatorium' zu der ganzen Verhandlung über den Kalender den Anstoss gegeben hat, erfahren

wir nur von ihm selbst; im Vordergrund steht dagegen, so lange er noch bei dem Concil war, NICOLAUS CUSANUS, den wieder Hermann nicht nennt. Er wurde bald nach der 25. Sitzung, die am 7. März 1437 stattfand, vom Pabst Eugen abberufen.

Nach dem von Kaltenbrunner angeführten Bericht des Johannes de Segovia (Monum. Concil. II, 709) verlas am 18. Juni 1434 in der Generalcongregation der Notar der Deputatio de pace eine Schrift, die bezeichnet wird als *cedula cum exhortatione, ecclesiam intendere debere ad supplicationes etiam simplicium et minorum*, welche den Antrag auf Erwählung von Deputirten enthielt, die mit Zuziehung erfahrener Astronomen für die Verbesserung des Kalenders Sorge tragen sollten. Ich denke, es wird das eben jenes Exhortatorium gewesen sein. Darauf wurde beschlossen, dass hierzu der Cardinal von Bologna bestimmt werde, welcher sich nach Belieben einige Berather zugesellen möge.

Am Freitag den 8. April 1435 kam, wie wir erst aus dem unten mitgetheilten Protokoll erfahren, in einer allgemeinen Sitzung unter Vorsitz des Cardinallegaten, Erzbischofs von Tarent — er hiess Johann Tagliacozzi — und des Bischofs von Padua — des gelehrten Pietro Donato — zur Verlesung, dass in der Angelegenheit der Kalenderverbesserung alle Deputationen einig wären, dass die Deputirten Beschluss fassen sollten; doch wolle man denselben vorher in den Deputationen sehen. Das scheint der Sinn der nicht recht klaren Worte zu sein und entspricht auch dem weiteren Vorgang.

Nun soll nach Joh. de Segovia in einer Versammlung des Concils im März 1437 im Refectorium der Minoriten der Bericht und Vorschlag der Commission durch den Cardinal Nicolaus Cusanus vorgetragen sein, in welchem beantragt wurde, dass im Monat Juni 1439 sieben Tage ausgelassen werden sollten.

Da, heisst es, kam Hermann, Mönch des Klosters N., dazwischen und machte mehrere Jahre hindurch grosse Anstrengungen, dass die sieben Tage nicht aus dem Juni, sondern vom Mai oder October weggelassen werden sollten. Nachdem aber endlich den Deputirten die Vollmacht gegeben worden war, das Decret darüber abzufassen, so wurde dasselbe — freilich zur Unzeit — hauptsächlich durch die Mühwaltung des Hermann ausgearbeitet, auf dass es in der ganzen Christenheit verkündet werde. Aber da damals die Kirche unter der Zwietracht zweier Concile litt, indem nach der Suspension Eugens IV. die einen dem Concil von Basel, die anderen jenem von Ferrara gehorchten, so beschloss man, die Kalenderreform jetzt nicht in Ausführung zu bringen, damit nicht noch ein neuer Grund des Haders geschaffen werde.'

Das ist die einzige Erwähnung Hermanns bei einem Zeitgenossen, und wird auch in den Grundzügen richtig sein, aber jene angeblichen Vorgänge in der Sitzung vom März 1437 lassen sich mit dem von mir gefundenen amtlichen Bericht durchaus nicht vereinigen und sind vielleicht in die Deputation zu verlegen: auch sind die mehreren Jahre, während welcher Hermann sich bemüht haben soll, eine Übertreibung. Nach dem Protocoll ist mit Sicherheit anzunehmen, dass vor dem 6. September 1437 in keiner allgemeinen Sitzung von der Sache die Rede gewesen war.

Aus diesem erfahren wir, dass den Deputationen eine *'forma decreti'* vorgelegt wurde. Das ist das Decret, welches KALTENBRUNNER bei der Schrift Hermanns fand, und in Bezug dessen er (S. 351) Hermann der Uredlichkeit bezichtigt, weil er es als schon rechtskräftig erlassen hinstellt. Allein diese Form musste er ja dem Entwurfe geben, dessen Annahme er erhoffte, und auch in seinem Tractate geht er von dieser Voraussetzung aus; er hoffte ohne Zweifel, die Schrift mit dem fertigen Decret veröffentlichen zu können. In diesem Sinne ist auch die Vorrede geschrieben, die ich in Beilage I mittheile; bei Kaltenbrunner finde ich keine Beziehung darauf. Ihm kam es wesentlich auf den sachlichen Inhalt an, während hier zur Charakteristik des Mannes auch eine Probe seiner Schreibart am Platze sein wird, die sich vollständig in der kirchlichen Redeweise seiner Zeit bewegt; in dieser weiss er sich nicht ohne Geschick auszudrücken, mit der Fülle von biblischen bildlichen Ausdrücken und Anspielungen, welche damals allgemein geläufig waren.

Noch vorher aber, nach der Unterschrift, nämlich im Jahre 1436, hat Hermann eine Schrift über den Jüdischen Kalender geschrieben, welche in der Berliner Handschrift folgenden Schluss hat (f. 108 v.): *'Et in hoc terminatur declaracio huius Kalendarii, quod completum est et editum anno gracie 1436'* in Basilea tempore concilii generalis.

Edidit Hermannus opus hoc vi pneumatis almi.

Ordo Cisterci fovet hunc Campusque Marie.

Cum nece mandante persolvat debita carnis,

Huic Deus empirrea conferque perhennia regna.'

Mit rother Farbe ist darunter geschrieben: *'Set cum consilium (sic) Basiliense non habuit progressum, Ideoque hec materia hujus tractatus mansit non confirmata et ecclesia mansit in pristinis erroribus'*.

Das ist die Unterschrift des ganzen Werks, denn dieser Tractat steht nach dem andern, der *'Phazelexis'*, mit welchem barbarischen Namen (von *phase* = *pascha* abgeleitet) Hermann sein Hauptwerk betitelt hat. Unter diesem steht (f. 101): *'Explicit phazelexis Basilee*

editus anno Christi 1437°, copiatu8 autem in Brunswik 1458° currente in vigilia corporis Christi.

Herman conflavit opus hoc, erronea stravit,
De Munster natus, set religione renatus.
Cisterei forma regit hunc sub celibe norma,
Quam dedit invictus legislator Benedictus.
Nunc ipsum duces tu qui super omnia luces,
Sic ducas, Christe, penas ne senciati iste.

Darauf folgte die Bulle, wie Kaltenbrunner sie S. 412 — 414 mitgetheilt hat. Nur heisst es natürlich Z. 2: 'legittime congregata'; ferner S. 413, Z. 3: 'prestare valeret in futurum', Z. 8: 'provideri valeret', Z. 16: 'deinceps dies et festa computentur eo ordine', Z. 23: 'velut antiquitus signabitur'. Wichtiger ist es, dass hier die ganze Veränderung des Kalenders, abweichend von dem, was im Tractat selbst gesagt ist, anstatt auf 1440, auf das Jahr 1439 gestellt ist, und dem entsprechend statt 'die Veneris' — 'Mercurii' steht, statt 'die Martis' — 'dominica', bei der goldenen Zahl 15 und 12 anstatt 16 und 13, bei den Zahlen des neunzehnjährigen *Cyclus p. m. n.* anstatt *q. n. o.* und 13 statt 14. Freilich blieb ja alles, und so auch diese Änderung, ohne practische Wirkung. Endlich hat das Decret hier ein Datum, nämlich 'die lune 2^a Septembris Anno etc. XXXVII^o'. Das kann nur als ein provisorisches Datum betrachtet werden; man müsste denn annehmen, dass auch bei wirklicher Annahme in einer späteren allgemeinen Sitzung doch dieses ursprüngliche Datum des Concepts belassen wäre. Thatsächlich wurde dasselbe am Mittwoch, dem 4. September, in der *Deputatio pacis* verlesen, und darauf beschlossen, dass der Abt von Vézelay, Alexander, und Magister Thomas de Curcellis es prüfen und nach Befinden ändern sollten. Hiermit war die *Deputatio fidei* einverstanden, verlangte aber, dass wer etwa noch einen guten Rath anzugeben habe, von ihnen gehört werden solle. An demselben Tage beschloss die *Deputatio reformatorii*, den Abbas de Scocia und den Prior Fontis salutis jenen beiden Deputirten beizugesellen; vereinigt sollten sie die Befugniss haben, eine Sitzung anzusagen. Die *Deputatio de quaestionibus* war zweimal aufgefordert, aber nicht zur Berathung gekommen.

Das alles kam am Freitag, den 6. September 1437, in der allgemeinen Sitzung zum Bericht und wurde regelrecht protocollirt.

Man sieht, dass die Sache doch noch recht weit ausschend war, und auch ohne das Zerwürfniß mit Eugen IV. vielleicht gar nicht zu Stande gekommen wäre. Mit ziemlicher Sicherheit aber können wir annehmen, dass keine weitere Berathung, oder doch keine Beschlussfassung stattgefunden hat, da wir darüber hier Nachricht finden müssten.

Nach dem um dieselbe Zeit eingetretenen völligen Bruch mit dem Papste musste es ja freilich jedem klar sein, dass nicht daran zu denken war, einen solchen Beschluss zu wirklicher Ausführung zu bringen.

Sind nun auch nicht gerade neue Thatsachen von erheblicher Bedeutung aus diesen Aufzeichnungen gewonnen, so ist doch dieser ganz authentische und geschäftsmässige Auszug aus dem Registrum supplicationum, 4. Band, Bl. 157, an und für sich schon nicht unwichtig, weil er einen Blick in den Geschäftsgang des Concils thun lässt. Jene Manuschrift Hermanns war ordnungsgemäss vermerkt, und die betreffenden Beschlüsse wurden hinzugefügt.

Dass auch später noch auf Hermanns Schrift Werth gelegt wurde und sie nicht unbeachtet blieb, zeigen die zahlreichen Abschriften. Die hier von uns benutzte Berliner, Lat. fol. 246, enthält eine Sammlung von mathematischen, physikalischen, astronomischen Schriften, 54 Stück, mit grossem Fleiss gesammelt und meistens eigenhändig abgeschrieben von LUDOLPHUS DE BORCUTHORPE, in Erfurt, Padua und Braunschweig; 1445 wurde er in Erfurt Magister liberalium artium.

KALTENBRUNNER benutzte eine Handschrift des Klosters Melk (K 24) mit der Unterschrift: 'Explicit tractatus de correctione Calendarii per venerabilem et religiosum virum dominum Hermannum Zoest de monasterio Münster ordinis Cisterciensis.'

Einige andere Handschriften habe ich in München eingesehen; allen fehlt am Schluss das Decret.

Cod. lat. 3564 (Augustae civ. 64). Die Unterschrift lautet: 'Finit phasalexis Editus a Maijstro Hermannno Cysterciensi sancti Benedicti professo Editus in Basiliensi concilio Anno d. 1437. Laus deo.'

Cod. lat. 18470 (Tegernsee 470), eine sauber und sorgfältig geschriebene Handschrift, deren Inhalt ein Pergamentstreifen auf dem Einband so bezeichnet: 'Phaselexis quod interpretatur pasce ratio. Kalendarium hebraicum. Tractatus de vocibus diffinitivis in conciliis generalibus. Processus iudiciarius. Et alia plura. G. 37.' Zur Phaselexis findet sich unten auf der ersten Seite von einer Hand des 15. Jahrhunderts, welche der Schrift des Textes nahe steht, die Bemerkung: 'Ille tractatus est compilatus per Hermannum Cisterciensis ordinis monachum, ut patet hic in prefacione et infra 3^o capitulo, ubi aliqua dicit se laicius declarasse in tractatu ab eodem edito de fermento et azimo, qui requiratur in libello ubi habetur Augustinus de spiritu et anima et Seneca de virtutibus cardinalibus.'

Cod. lat. 24868, unbekannter Herkunft, mit dem Kalendarium hebraycum im Mai 1490 abgeschrieben.

MONTFAUCON in seiner *Bibliotheca Bibliothecarum*, I, 612 E, führt als in der Bibliothek zu Basel befindlich die Schrift an, deren Verfasser er Hermann von Münster nennt. Ebendasselbst führt er auch seine Schrift *de fermento et azimo* an, die sich ebenfalls in der schon erwähnten Münchener Handschrift 3564 befindet; ferner in der unten noch zu erwähnenden Handschrift 18536, und Auszüge daraus in 20171; beide stammen aus Tegernsee. Der Prolog dieser Schrift lautet: *De fermento et azimo inter Latinos Grecosque post seismatis ortum inter ipsos altercacio grandis crevit, Grecis quidem asserentibus, venerabile sacramentum eukaristic de fermentato pane fore consecrandum, contra Latinis affirmantibus, hoc potius fore de azimo pane faciendum. Euax — eine für ihn charakteristische Interjection — igitur auctore Deo jam non modica spes de utrorumque desiderata diutius unione in foribus adesse creditur. Pulsatus igitur a quibusdam ego frater Hermannus de Monasterio, professione monachus Cisterciensis ordinis, de materia azimi et fermenti quedam collegi, et ea prout largitor omnium Deus de thesauro suo dederit, palam eructabo.*

Es ist also die damals eifrig betriebene und erhoffte Union mit den Griechen, welche Hermann zu dieser Schrift veranlasste, und der versöhnliche Sinn, in welchem sie geschrieben ist, tritt in schöner Weise am Schluss derselben hervor. Da heisst es nämlich:

Hee et alia plura Greci contra Latinos adducere possunt, eciam de hiis que in decretis sacrosanctarum synodorum continentur, de quibus pro presenti brevitatis causa supersedeo. Hee autem scripsi, ut concordia, pax et karitas inter Latinos et Grecos ampliores servantur, et facilius modus ipsos reducendi habeatur. Non curemus ea que fidem non attingunt, et de ceremonialibus nulla cura sit. Nam Selavi a ceteris Christianis multum in ritibus suis differunt in caracteribus seu litteris. Dicunt enim, quod sanctus Iheronimus litteras illas adinvenit et eas illis tradidit, et bibliam ad ipsorum linguam transtulit, ex eo quod ipse Selavus extitit. Et sic in sua lingua Selavica missas et cunctum divinum officium peragunt, et consecrationis verba in eadem lingua proferunt. Que omnia sancta mater ecclesia tolleravit ac tollerat. Quare ergo in Grecis eadem mater nostra multa tollerare debet, quia nos et hos latum fretum dividit.

In hoc tractatulo si quid viciosum minusve bene dictum fuerit repertum, impericie mee ascribatur. Videant boni zelatores ipsum et examinent, corrigant et emendent. Oratorum flosculis ornare opus non curavi, quia que stulta sunt mundi elegit Deus, ut confundat sapientes, neque per rhetores et sophistas collegit Deus piscatores, sed per piscatores et simplices piscatus est sophistas et oratores, quia, sicut apostolus ait, non in sermone est regnum Dei, sed in virtute.

Si igitur bene dictum quid in hoc opusculo repertum fuerit, non michi, sed illi laus et gloria referantur, qui dat intellectum parvulis, et secundum divicias glorie sue dat omnibus habundanter et non impropere. Cui sit laus perhennis, gratiarum actio, et coeterna gloria per eterna secula Amen.'

'Finit feliciter libellus de fermento et azimo, compilatus Basilee a. d. 1436.' Der Cod. 18536 fügt noch hinzu: 'Nono kal. Decembris.'

Hierauf folgen noch dieselben Verse, welche schon oben S. 99 mitgetheilt sind.

Den Irrthum wegen der slavischen Bibelübersetzung dürfen wir Hermann nicht zum Vorwurf machen; er berichtet ja nur, was er von Slaven gehört hat. Übrigens aber spricht sich in seinen Worten eine so freie und verständige Gesinnung aus, dass wir wohl wünschen möchten, etwas mehr von ihm kennen zu lernen. Da sind denn nun freilich die von Trithemius angeführten Schriften 'de auctoritate papae et concilii' und 'de natura schismatis', 'de neutralitate', bis jetzt verborgen geblieben, aber der Tractat 'de vocibus definitivis in conciliis generalibus' befindet sich, wie schon oben S. 100 bemerkt wurde, in der Münchener Handschrift 18470, und daraus möchte ich hier noch einige Mittheilungen machen; es spricht sich darin der freie und unerschrockene Sinn aus, namentlich der Autorität der Bischöfe gegenüber, und auch dem Pabste, welcher ja überhaupt die Baseler Synode auszeichnete. Der Anfang lautet:

'Beatus Jacobus appellatus frater Domini, hortans et docens nos, ut caritatis verba in salutem animarum tendencia in paciencia et mansuetudine suscipiantur, in canonica sic inquit: 'In mansuetudine suscipite insitum verbum, quod potest salvare animas vestras.' Ea igitur que pro presenti sunt proponenda, non egre capiantur, nec sinistre interpretari convenit, sed in mansuetudine suscipiantur et ea caritate audiantur, qua pro defensione veritatis sunt collecta. Ne vero de originalibus ad transumpta transeatur: ideoque allegare jura visum est superfluum. Nam originales libri materiam copiosam ymmo superhabundantem ministrarunt.'

Explicit prologus. Incipit de ipsis vocibus.

'Jam sepius iteratis vicibus in hac sacra Basiliensi Sinodo nonnullorum prelatorum vox insonuit, vox inquam hec: 'Soli episcopi habent voces definitivas in conciliis generalibus. Reliqui vero inferiorum ordinum consultivas voces tantum.' Vox hec in Rama audita est (Matth. 2, 18) in excelsis ecclesie: vox quidem pacis et concordie turbativa, vox unitatis divisiva, et vox caritatis extinctiva. Hujus vocis verba non capit ratio, hujus vocis verbis exempla priscorum conciliorum contradicunt, que et aliter nos instruunt.'

‘Circa hanc presentem materiam tria sunt consideranda. Primo quidem assignande sunt rationes quare diete vocis verba ratio non capit. Secundo exempla antiquorum patrum et conciliorum erunt annexenda. Tertio subiungendum est quoddam incidens valde necessarium.’

‘Quantum igitur ad primum: licet multe varietate rationes adduci possent, volo tamen me ad sex tantum restringere, ut prolixitas fastidii mater evitetur. Est igitur prima ratio, quod citius faciliusque majores, qui sunt pauci numero respectu reliquorum, corrumpi possunt quam inferiores, quorum multitudo magna in sacris conciliis residere solet. Adhuc enim Micha ephod comparat atque teraphim atque unius filiorum suorum manus implet et fit ei sacerdos (Judic. c. 17). Nondum cessat Jerobeam ponere vitulos aureos in Dan et Bersabee atque facere fana in excelsis et erigere sacerdotes de extremis populi (3. Reg. c. 12). Nec cessat Demetrius Alchimum impium in sacerdotium constituere et mandare ultionem facere in filios Israel (2. Macc. c. 14). — Secunda ratio est hec, quia Deus, conditor noster et redemptor, minoribus et humilibus sepe suas revelat voluntates. Unde et ipse Salvator noster ait: ‘Confiteor tibi pater, domine celi et terre, quia abscondisti hec a sapientibus et prudentibus, et revelasti ea parvulis. Ita, pater, quoniam sic placitum fuit ante te’ (Matth. 11, 25). Et apostolus: ‘Que infirma sunt mundi, elegit Deus ut confundat fortia, et que stulta sunt mundi, elegit Deus ut confundat sapientes’ (1. Cor. 1, 28). Hoc quidem considerans beatus Benedictus in sua sancta regula cap. de adhibendis ad consilium fratribus, precepit omnes tam seniores quam juniores congregari, quocienscumque aliqua precipua in monasteriis sunt agenda. Et subdit causam, dicens: ‘Quia sepe juniori revelat Deus quod melius est.’ Et exemplificat de Daniele et Samuele, qui senes judicabant. — Ratio tertia hec est. Nam si soli episcopi haberent voces definitivas in conciliis, tunc possent allegare onera gravia et importabilia, et ea ponere super subditorum humeros, que tamen digito nollent tangere. Ipsi vero sic alios opprimendo in suis deformitatibus impune remanerent. — Quarta quidem ratio. Olim enim idem erant presbiter et episcopus. Unde beatus Hieronimus super epistola ad Thytum: ‘Olim idem erat presbiter qui et episcopus, et antequam dyaboli instinctu studia in religione fierent et diceretur in populis: Ego sum Pauli, ego sum Apollos, ego sum Cephe — am Rande steht: Nota quod Petrus ultimo loco ponitur — communi presbiterorum concilio ecclesie gubernabantur. Postquam unusquisque eos quos baptizaverat suos esse putabat, non Christi, in toto orbe decretum est, ut unus de presbiteris superponeretur et scismatum semina tollerentur.’ Et paulopost subditur: ‘Sicut ergo presbiteri sciunt, se ex ecclesie con-

suetudine ei, qui sibi prepositus fuerit, esse subiectos, ita episcopi se noverint magis consuetudine quam dispensationis dominice veritate presbiteris esse majores, et in communi debere ecclesiam regere. Potens est ipsa sancta mater ecclesia ordinare quod melius est et utilius, quia in fundamento idem sunt presbiter et episcopus.' Et hoc moderno tempore expedit, ymmo necessitas compellit, equepotentes habere voces. Si enim episcopi antiqua humilitate contenti forent, habentes ante mentis oculos illud Ecclesiastici: 'Principem te constituerunt, noli extolli, sed esto inter illos quasi unus ex illis', et illud Petri: 'Non quasi dominantes in clero, sed forma facti gregis'. tunc non esset magna vis de hiis vocibus. Si autem volumus humilitatem episcoporum noscere, inspiciamus hoc quod habetur libro primo Hystorie tripartite, ubi dicitur: 'Famosissimum in Nycea concilium fervor principis excitavit, publicis asinis atque mulis et curraibus equis epyscopos et qui cum eis erant, ad sinodum venire precepit.' — Ratio quinta sumitur ex diffinitione concilii, quam Hostiensis ponit. Que quidem hec est: 'Concilium est congregatio plurium personarum rite convocatarum, gerencium vicem totius Christianitatis, volencium venire aut mittere ad tractandum de bono communi universalis ecclesie, in unum locum communem et ydoneum.' Nonne abbates alique prelati, universitates studiorum, capitula, plebani et curati, majorem numerum animarum habentes sub ipsorum cura, quam quidam de episcoporum numero — de titularibus tamen non loquor — legittime ad presens concilium sunt vocati? Et ad quid? ut stent tamquam cyfre, et eorum voces in definitione nil significent? Absit hoc et absit! Et si nullus esset episcopus, numquid ecclesia tunc deficeret? Absit. Et si omnes episcopi in heresim essent lapsi, numquid ipsi soli deberent habere voces definitivas? Absit. — Sexta ratio. Nam si sic esset, tunc pari ratione presbiteri cardinales, dyaconi atque prothonotarii sedis apostolice non haberent definitivas voces in conciliis. — Patet igitur ex jamdictis premissis rationibus, quod prediete vocis verba ratio non admittit.'

Darauf folgt nun der zweite Theil, 'Pars secunda principalis, in qua probatur per autenticas scripturas propositum.' Beispiele werden angeführt aus der Apostelgeschichte, aus der Historia tripartita, aus einem 'conciliorum liber', der am Rande mit 'Ysidorus' bezeichnet wird, d. i. Pseudo-Isidor; endlich noch Gregors X. Concilium Lugdunense. 'Hiis jam predictis fortissime probatur, quod non soli episcopi definitivas voces habent in conciliis.' Dann folgt:

Tercium principale membrum, ejus sit loqui in conciliis
generalibus.

‘Jam restat pauca videre de tereio, quod tanquam incidens annectitur, scilicet ejus sit loqui in decretis sacrorum conciliorum: an sinodus generalis habeat loqui, vel papa approbante sinodo. Hec quidem questio ideo movetur, quia iste modernus papa Eugenius loquitur in pretensis decretis suis sacro approbante concilio. (Am Rande: Nota: quando libellus iste compilatus est, adhuc Gabriel, olim Eugenius, nondum fuit depositus.) Circa hanc quippe materiam duo brevissime sunt consideranda. Primo quid papa olim de se sensit, et alii episcopi de ipso quid senserunt. Secundo ponenda est quedam divisio, per quam respondebitur ad quesitum. — Quantum igitur ad primum, est sciendum, quod olim Romani pontifices non ambulaverunt in magnis neque in mirabilibus super se, sed humiliter de se sentiebant. Et multi de hiis preponebant illorum nomina, quibus scripserunt, suis nominibus. — Dafür werden denn Beispiele angeführt; dann auch dafür, dass der Name ‘papa’ auch anderen Bischöfen gegeben wurde. ‘Denique episcopi non extollebant Romanum episcopum, ut (l. nec) ipse Romanus pontifex erat toti mundo timor, velud hiis modernis diebus extollitur et timetur. Nam cum fratrem et comministrum appellabant atque sacerdotem.’ Dafür werden nun wieder Beispiele angeführt, auch aus St. Bernhard de consideratione ad Eugenium papam. ‘Patet igitur ex jam dictis, quod Romanus pontifex humiliter de se sensit, et alii episcopi non eum sic extollebant, nec eum sic sanctificabant, quemadmodum hiis modernis diebus sanctificatur et extollitur, quia adulari nesciebant.’

Weiter wird nun nachgewiesen, dass die Bekanntmachung von Beschlüssen der Concilien durch den Pabst mit dem Zusatz ‘sacro approbante concilio’ früher unerhört war. ‘Sed in quarto membro reperimus in libris jurium hunc exorbitantem tytulum, et hoc nichil probat. Nam ubi habetur unum tale, habentur econtra viginti vel triginta aut amplius debitum modum servancia. Et ergo sancta mater ecclesia, que permisit hoc parvo tempore, nunc modernis hiis diebus malis urgente necessitate ad pristinum statum est reversa. Quomodo enim papa haberet loqui in decretis conciliorum, cum tamen concilia mandant sibi et precipiunt executionem facere decretorum, tanquam inferiori. Nonne legimus, quod Arlatensis sinodus prima precipit Silvestro scribens sic: ‘Que decrevimus communi concilio caritative significamus, ut omnes sciant quid in futurum observare debent de observatione pasche, ut uno die et tempore observetur et juxta consuetudinem litteras ad omnes tu dirigas.’ — Patet nunc quod per

predictam divisionem responsum est ad quesitum. Merito enim resumpsit ecclesia modum loquendi ac scribendi pristinum, excepto parvo tempore, quia nequaquam deceat ut villicus loquatur preceptive, quando regi per se loqui placet, et in absentia regis, cum regina loqui cupit. Ex quo igitur rex noster Christus abiit via longissima, presentia corporali in die plene lune reversurus, vidensque regina, sponsa Christi, mater ecclesia, villicum suum bona regni dissipantem maleque regentem, necesse quidem est, ipsammet virum induere et per se preceptive loqui. Quod autem papa sit villicus, testatur beatus Bernardus libro secundo de consideratione, ubi ait ad Eugenium: 'Exi inquam in mundum, isque creditus est tibi. Exi, inquam, non tamquam dominus, sed tamquam villicus, videre et procurare unde exigendus es rationem.' Christus enim est dominus hujus villici, et ecclesia ejus domina, sponsa et uxor domini villici, Jhesu Christi. Unde Evaristus papa in decretis suis inquit: 'Sicut namque nos a patribus accepimus, Christum dicimus esse caput, cujus et membra sumus. Ipse enim est sponsus, ecclesia sponsa.' Hec sponsa Christi, hec regina eterni regis, potest dicere, ymmo debet, villico bona regni dissipanti maleque regenti: 'Quid hoc audio de te? redde rationem villicationis tue.' Et si se non emendaverit, adjungere debet: 'Jam amplius non poteris villicare.' — Ecce, Reverendissimi Reverendique patres, offertur dominationibus vestris scintilla, de qua gloriosi viri copiosum ignem possunt producere. Lateat catellus, ut magni canes suscitentur. Si autem quid bene dictum repertum fuerit, inde gratiarum actiones reddantur illi, qui dat omnibus affluenter et non impropere.

Am Rande aber findet sich noch folgende Bemerkung, welche vom Verfasser selbst herzurühren scheint:

'Nota quod aliqui nituntur probare, quod Romanus episcopus habeat potestatem super ecclesiam et generalia concilia ipsam representantia, insistentes cavillationibus. O quam pulchre, quam gloriose staret fides christiana, si uni committeretur homini peccabili, si illa regina summi regis, sponsa Christi, subderetur potestati villici sui, qui eam posset ducere in errores et heresim aut in alia enormia vicia. Numquid hoc ratio potest capere? Estimo quod nemo sit tam hebes, sane tamen mentis, quod huic fidem adhibere posset.'

Nach diesen Proben scheint es recht wünschenswerth zu sein, auch die übrigen, von Trithemius genannten Schriften Hermanns aufzufinden; andere, die auch von ihm sein können, führt Montfaucon, Bibl. Bibl. I, 612 A, aus der Bibliothek in Basel an: 'Hermannus de Susato contra impugnantes religiosos eorumque detractatores. Idem de laude sancti Benedicti.'

Beilage I.

Vorrede der Schrift über die Verbesserung des Kalenders.

(Cod. Berol. Lat. f. 246, fol. 94 v. und Monac. lat. 18470.)

Gaude et letare. sacrosancta Basiliensis sinode preclarissima, quia antiquarum sacrosanctarum sinodorum consors es effecta! Ceteris autem permagnificis operibus a te gestis pretermisiss ad unicum opus me converto. Nam id quod illic in conciliis istique apud Romanos presules iteratis sepe vicibus temptatum est et inceptum, tu ad optatum et felicem finem perduxisti. Tu nempe viciosum kalendarium et corruptum diligenter summo cum studio ad antiquam normam reduxisti. et defectum scandalosum observacionis celeberrimi festi pascæ foras limen domus Dei eminus eiecisti. Unigenitus siquidem Dei filius, A et Ω, primus et novissimus, ejus delicie sunt esse cum filiis hominum, de summi patris sinu in hanc lacrimarum vallem propter nostram salutem descendere dignatus est, apud nos mansionem eligens. Lapides quadravit et succidit cedros, ut sibi mansionis locum prepararet. Construxit domum regiam, nobili scemate et structura, et in sudore preciosissimi sanguinis sui ipsam consummavit. Denique depinxit eam varietate nimia, et egregie decoravit. Hanc igitur domum celibem (sic), tam excellenter tamque preciose fabricatam. et tam miro modo redimitam, nil aliud decet quam omnis decor et sanctitudo, et ut in ea Alleluja, laus et gloria, necnon debita gratiarum actio ipsi edificatori jugiter referantur. Quas quidem laudes primitivi patres, hujus edis incole, in celeberrimo pascæ festo devotissime personabant. Nam illud unicum festum ante reliquorum nove legis festorum institutionem cum jubilo cordis agebatur.

Sed heudolor jam a retroactis quibusdam temporibus corruptus mos pregrandis et enormis in ea dudum inolevit, ita ut celeberrimi pascæ festi debite laudes temporibus debitis sepius non agebantur. Quamobrem Judei reliquique Christi crucis emuli prediete domus gloriam torvis oculis viderunt necnon inviderunt, consideraveruntque jam dictum defectum unicum. Quare habitatores hujus regalis domus, Christianos voco¹ multifarie multisque modis deriserunt, dicentes ipsam domum errorum tenebris et ignorancie nubilo obfuseatam esse. Unde simplices et idiote plurimum fuere scandalizati, non quidem phariseorum, sed pusillorum scandalo.

Sed revera non sic, impii. non sic. Quia fundator hujus domus celibis, qui lucem inhabitat inaccessibilem, illuminavit eam. Nam in ea posuit aureum candelabrum cum septem lucernis arcium liberalium

¹ voto Hss. voto multipharico Berol.

ex uno calamo philosophicæ exerescencium, locavitque in ea duo Cherubin propiciatorium obumbrancia, scilicet sacre theologie et sacrorum canonum. Hiis mediantibus luminibus errores veteres sunt fugati, hiis et defectus moderni in nichilum sunt redacti. Unde pridem tractatulum edidi ad corrigendum exhortatorium. Sed euax¹ pneumatis almi gracia jam effugatis tenebris, ego frater Hermannus Monasterii (cod. Monac.: de Monasterio), professione monachus, subsequens opusculum ex diversorum doctorum scriptis tanquam ex thesauris filiorum Israel brevissime compilavi. Non autem sumpsi ipsorum aurum totum, sed inanes tantum projecì in ignem, et exivit hic vitulus conflatilis. Cujus quidem in lucem productio onerosa est, propter sinistras interpretationes detractorum invidorum. De quibus beatus Jeronimus in prologo Ysaie conqueritur dicens: 'Non ignoro me patere morsibus plurimorum, qui stimulante invidia quod consequi non possunt despiciunt. Legant prius et postea despiciant'.

Denique vituli occultatio multum periculosa est. Quia servus qui fodit in terram et abscondit pecuniam domini sui, ab ipso domino ob hoc servus nequam est vocatus. Angustie igitur michi sunt undique, et quid eligam ignoro. Sed honorem sancte matris ecclesie, domus Dei, sponse Cristi, diligens, et precepto caritatis aliis servire cupiens, supplico cum Alano in prologo AntiClaudianus dicens: 'Mei libelli pauperiem detractionis flatus non deprimat, ubi potius miserie naufragium misericordie portum expostulat, quam felicitas livoris exposecat aculeum'.

Eapropter emulorum detractiones parvipendens opus publicabo, et orabo Deum dicens: 'Domine libera animam meam a labiis iniquis et a lingua dolosa'. Ps. 119.

Explicit prefacio.

Beilage II.

Auszug aus den Protocollen des Concils zu Basel.

Cod. Berol. Lat. fol. 246, f. 101 verso.

Datum die lune 2^a Septembris Anno etc. XXXVII.

In sacra deputatione pacis lecta presenti forma decreti, placuit quod dominus abbas Virziliacensis et Magister Thomas de Curcellis hujusmodi (formam) revidcant et aptent prout ipsis videbitur. Sic fiet. Die Mercurii 4^a Septembris Anno domini 1437^o.

¹ S. oben S. 101.

Lecta prescripta forma in sacra deputacione fidei placuit deliberacio deputacionis pacis suprascripta. Addito quod qui voluerint dare aliis advisamenta, coram eisdem audiantur. M. Galteri.

Eadem die Mercurii in sacra deputacione reformatorii placuit deliberacio sacre deputacionis pacis, et pro eadem deputacione fuerunt deputati domini Abbas de Scocia et prior Fontis salutis, qui una cum aliis deputatis habeant etiam potestatem indicendi sessionem.

G. Caroli notarius.

Die Veneris, 8^a Aprilis 1435, presidentibus in eadem vice et nomine sanctissimi domini nostri pape Reverendissimis dominis Cardinali legato, Archiepiscopo Tarentino, et episcopo Paduano, lecta fuerunt concordata que sequuntur.

In facto reformacionis kalendarii concordant omnes sacre deputaciones, quod domini deputati habeant concludere super hujusmodi materia, tamen primo videatur per ipsos in deputacionibus. Super quibus concordatis prefati domini presidentes per organum Reverendissimi domini legati nomine et auctoritate concilii,¹ ut est moris, concluderunt.

Bruneti notarius.

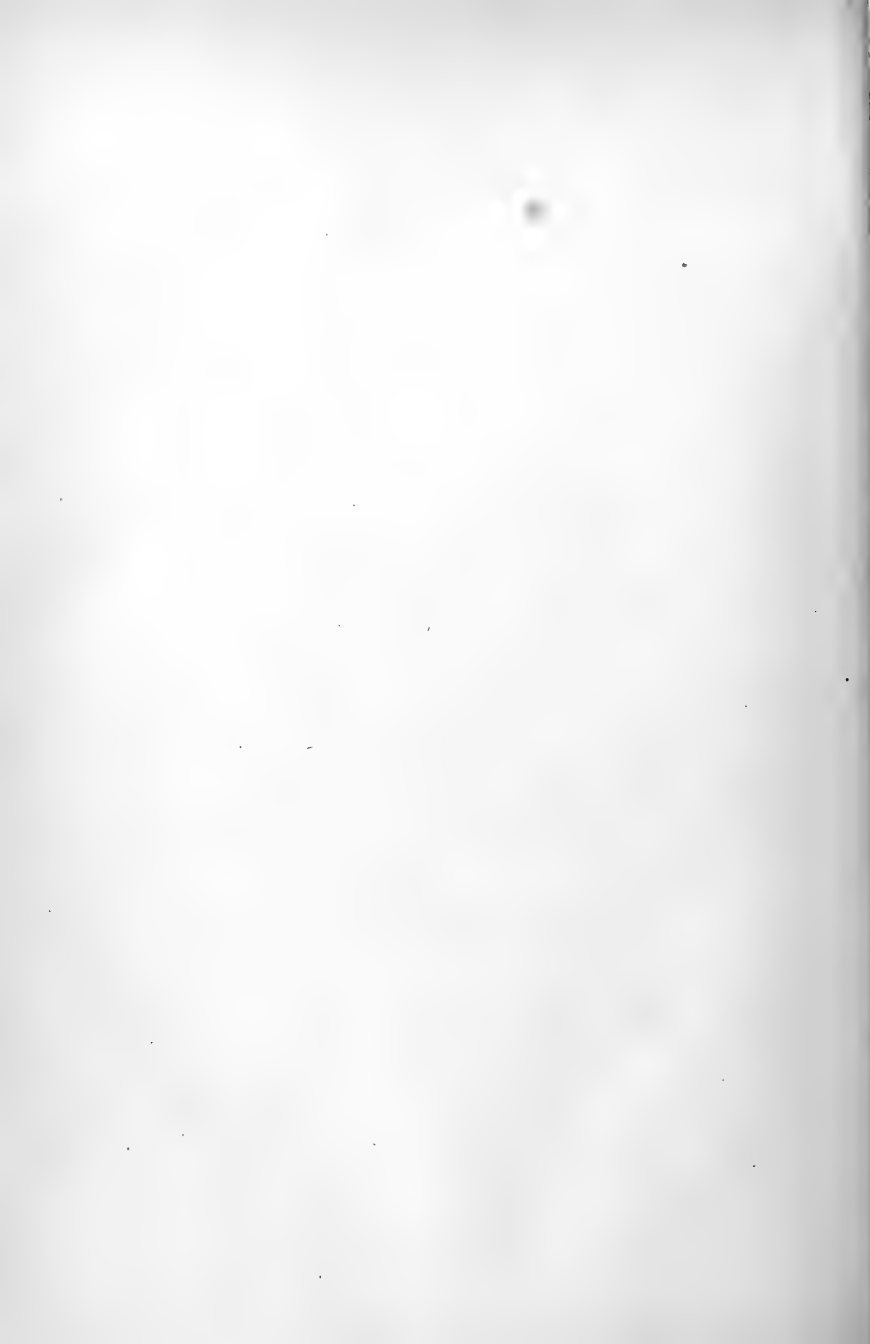
Die Veneris, 6^a Septembris 1437, in generali congregacione, presidente in eadem Reverendissimo domino Cardinali legato, lecta fuerunt concordata que sequuntur.

Super forma decreti in materia kalendarii tres sacre deputaciones suos dederunt deputatos, qui revideant hujusmodi formam et reaptent prout eis videbitur. Et ad hoc fuerunt deputati pro deputacionibus pacis et fidei dominus abbas Virziliacensis et magister Thomas de Curellis. Hoc addito per deputacionem fidei, quod qui voluerint dare advisamenta, coram eisdem audiantur. Pro deputacione reformatorii abbas de Scocia et prior Fontissalutis, hoc addito quod habeant potestatem indicendi sessionem. Quarta vero de questionibus bina vice requisita non deliberavit. Super quibus concordatis prefatus Reverendissimus pater dominus Cardinalis presidens, ut est moris, conclusit.

Bruneti notarius.

R. libro iiii folio clvii^o in
registro supplicacionum.

¹ Consilii Hs.



SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN

21. Februar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

1. Hr. DIELS las über Gorgias und Empedokles. Die Mittheilung wird später in diesen Berichten erscheinen.

2. Hr. VIRCHOW theilt mit, dass von dem Reisenden der HUMBOLDT-Stiftung, Dr. ARNING, ein Schreiben aus Honolulu vom 20. Januar eingegangen ist, welches einen Bericht über seine Thätigkeit während der ersten zwei Monate nach seiner Ankunft enthält. Er ist von Behörden und Ärzten gut empfangen worden und hat im Hospital sein Arbeitszimmer eingerichtet, welches auch für Bakterienuntersuchungen einigermaassen genügend ausgestattet ist. Nach Molokai, der Isolirstation der Aussätzigen, konnte er noch nicht gelangen, da das Meer zu sehr von Stürmen bewegt war, indess hat das Hospital ausreichendes Beobachtungsmaterial geliefert.

3. Hr. PRINGSHEIM legte als eines der Resultate der wissenschaftlichen Reise des Hrn. Jonow dessen Abhandlung über westindische Hymenolichenen vor. Dieselbe folgt umstehend.

4. Durch Verfügungen des vorgeordneten Ministeriums vom 13. Februar werden folgende von der philosophisch-historischen Classe beschlossenen Geldbewilligungen bestätigt: von 180 Mark der G. Reimer-schen Buchhandlung hieselbst für Herausgabe des ersten Heftes des fünften Bandes der etruskischen Spiegel; von 540 Mark dem Mitglied Hrn. WEBER für Herausgabe des 17. Bandes der Indischen Studien; von 400 Mark Hrn. Z. VON LINGENTHAL auf Grosskmehlen für Heraus-

gabe einer byzantinischen Epitome juris; von 1000 Mark der Kohlhammer'schen Buchhandlung in Stuttgart für Herausgabe des Urkundenbuchs der Päpste von Hrn. Dr. VON PELUGK-HARTUNG; von 600 Mark Hrn. Prof. DIETERICI in Charlottenburg für Herausgabe des zweiten Heftes der Abhandlungen der Ichwân es Safa.

5. Es starben: am 3. Februar Hr. GOTTHILF HAGEN, ordentliches Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe; am 19. Februar Hr. KARL MÜLLENHOFF, ordentliches Mitglied der philosophisch-historischen Classe.

Über westindische Hymenolichenen.

VON FRIEDRICH JOHOW

in Bonn.

So sicher und unumstösslich die Lehre vom Organismus der Flechten als eines Consortiums von Pilzen und Algen durch die Arbeiten SCHWENDENER'S, STAHL'S, BORNET'S und anderer Forscher seit längerer Zeit begründet ist, so räthselhaft erschien bis in die neueste Zeit in dieser Lehre die Beschränkung der Flechtensymbiose auf die Gruppe der ascosporen Pilze. Erst vor zwei Jahren haben wir zum ersten Mal durch MATTIROLO¹ von dem Vorkommen einer Symbiose zwischen Algen und basidiosporen Pilzen gehört, und zwar hat sich dabei eine längst gekannte, aber in ihrer Organisation unerforschte Gattung tropischer Flechten, das Genus *Cora* FRIES, als eine Gruppe von Hutzpilzflechten entpuppt. Die Untersuchungen MATTIROLO's an *Cora pavonia*, *glabrata* und *ligulata* ergaben als Resultat, dass diese Gewächse einerseits heteromere Laubflechten, andererseits Hymenomyceeten aus der Familie der Telephoreen sind, und dass sie als Pilze die nächste Verwandtschaft zeigen zu den Gattungen *Kueffia*, *Stereum* und *Hypochnus*. Das Material, welches diesen Untersuchungen zu Grunde lag, war leider wegen seiner Spärlichkeit und seines schlechten Erhaltungszustandes weder zur Feststellung der Entwicklungsgeschichte, noch zur zweifellosen Erledigung mancher wichtigen anatomischen Fragen geeignet, und es dürfte daher eine allseitige Überzeugung von der Richtigkeit der Resultate MATTIROLO's bisher keineswegs erzielt sein.

Die Ausfüllung der vorhandenen Lücken und die endgültige Aufklärung der interessanten Frage erheischte eine erneute, eingehende Untersuchung an frischem und reichlichem Material, ein Erforderniss, dem nur durch eine nach dem Vaterlande der fraglichen Gewächse unternommene Reise entsprochen werden konnte. Eine solche Reise liess neben neuen Ermittlungen über die wenigen bisher bekannten Hymenolichenen auch eine Erweiterung dieser systematisch so wichtigen

¹ Contribuzione allo studio del genere *Cora* FRIES. Nuovo giornale botanico italiano. Fasc. IV. Ott. 1881.

Gruppe durch Auffindung neuer hierher gehöriger Formen erhoffen. Verfasser unternahm demgemäss mit Unterstützung der Königlichen Akademie der Wissenschaften im December des Jahres 1882 eine auf mehrere Monate berechnete Reise nach West-Indien und Venezuela, welche neben anderen botanischen Zwecken die Erforschung der Hymenomyceeten-Eflechten zur Aufgabe hatte. Es sei gestattet, die Ergebnisse der in America angestellten Untersuchungen über die Hymenolichenen nachstehend im Auszuge mitzutheilen. Die ausführliche Publication, welche an dieser Stelle aus Mangel an Raum nicht erfolgen kann, findet man nebst den zugehörigen Abbildungen in einem der nächst erscheinenden Hefte der »Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik«.

I.

Cora pavonia FR.

Das erste Object der Untersuchung bildete die auch von MATTIROLO am eingehendsten studirte *Cora pavonia* FR. In Anbetracht der Seltenheit dieser Pflanze in den Herbarien und des besonderen Interesses, welches sich an die geographische Vertheilung so eigenartiger Gewächse knüpfen muss, wird eine kurze Erläuterung der natürlichen Standortsverhältnisse von *Cora* hier zunächst am Platze sein.

Nach den Standortsangaben der Herbarien, sowie nach eigenen Befunden zu urtheilen, wächst die Pflanze niemals in den heissen Ebenen und tief gelegenen Thälern, sondern ausschliesslich an bergigen, 1000 Fuss und mehr über den Meeresspiegel sich erhebenden Örtlichkeiten, welche ein kühles und dabei andauernd feuchtes Klima besitzen. Weder auf Dominica noch auf Trinidad und in Venezuela war in der Ebene eine Spur der Pflanze aufzufinden, dagegen gedieh sie in üppigen und zahlreichen Exemplaren in dem etwa 2000 Fuss hoch gelegenen, kühlen und feuchten Bergthal der Niederlassung Laudat auf Dominica, sowie in den höher gelegenen Theilen des Maracas-Thales auf Trinidad. Ein Haupterforderniss für das Gedeihen der Pflanze ist ferner eine bedeutende Beleuchtungs-Intensität des Standorts, was sich daraus ergibt, dass sie nur auf Lichtungen vorkommt, dagegen in den unteren Regionen des eigentlichen Urwaldes gänzlich fehlt. Da nun ohne Zweifel der Wald, welcher erwiesenermaassen die oben genannten Inseln früher ausschliesslich bedeckt hat, der ursprüngliche Herkunftsort der Pflanze sein muss, so ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass dieselbe in analoger Weise wie die phanerogamischen Epiphyten in dem vom Lichte getroffenen Baum-

kronen des Waldes ihren eigentlichen (unerreichbaren) Standort hat, und dass sie nur gelegentlich der Entstehung von Waldblössen zugleich mit dem Lichte zur Erde herabsteigt.

Diese einseitige Anpassung der Pflanze an gleichzeitig kühle, feuchte, helle und hoch gelegene Standorte erklärt einerseits ihre scheinbare Seltenheit, andererseits die Schwierigkeit, sie in der Ebene längere Zeit am Leben zu erhalten. In dem heissen Küstenort Roseau auf Dominica, wo aus äusseren Gründen die mikroskopische Untersuchung angestellt werden musste, gingen die gesammelten Exemplare trotz sorgfältiger Pflege gewöhnlich schon nach einigen Tagen zu Grunde.

An den Fundorten von der geschilderten Beschaffenheit findet man die Flechte epiphytisch an den Rinden von Sträuchern und alten Baumstümpfen, nach der Art eines *Polyporus* oder einer *Thelephora* an dem Substrat befestigt. Ein häutiger Thallus von rundlichem Umriss sitzt einseitig einer Baumrinde an oder umfasst nierenförmig einen dünnen Zweig. Da der Thallus schräg nach unten gerichtet ist, kann man eine beleuchtete Ober- und eine beschattete Unterseite unterscheiden. Der Rand des Thallus ist im Allgemeinen kreisbogenförmig, doch fast immer durch zahlreiche Einschnitte gelappt. Die einzelnen Lappen richten sich durch gegenseitigen Druck wulstförmig aneinander auf und schieben sich oft seitlich übereinander; es entstehen dadurch später grosse Familien miteinander zusammenhängender Thalli, welche grosse Areale des Substrats überziehen.

Eine für den Habitus der Flechte sehr charakteristische Eigenschaft, welche sie mit der namensverwandten Alge *Padina pavonia* theilt, besteht in den zahlreichen, mit dem Rande parallel verlaufenden Zonen, welche auf beiden Seiten des Thallus hervortreten. Diese Zonen beruhen nicht, wie MATTEOLO will, auf erhabenen Wülsten, sondern auf der wellig hin- und hergebogenen Gestalt der Thallusscheiben und sind auf örtliche Ungleichmässigkeit des intercalaren Wachstums von Ober- und Unterseite zurückzuführen.

Der äusserste Rand der Thallusscheiben ist ferner ausnahmslos nach oben (nicht nach unten, wie MATTEOLO angiebt) ein wenig einwärts gerollt, eine Erscheinung, die durch das stärkere marginale Wachstum der Hyphen der Unterseite veranlasst wird. Durch späteres, intercalares Wachstum werden die eingerollten Theile allmählich gerade gestreckt. Intercalares Wachstum findet überhaupt in allen Theilen des Thallus in sehr ausgiebigem Maasse statt.

Was die Farbe der Thallusscheiben betrifft, so giebt schon O. SWARTZ¹ richtig an, dass sie wie bei den gewöhnlichen Flechten

¹ *Flora Indiae occidentalis*. 1806.

in auffälliger Weise wechselt, je nachdem die Pflanze benetzt oder trocken ist. Im erstgenannten Zustande erscheint die Oberseite glänzend blaugrün, im letzteren Fall bewirkt die zwischen die Hyphen eindringende Luft eine gleichmässige Weissfärbung, die nur in einer schmalen Randzone (da wo die Gonidien unmittelbar zu Tage treten) nicht eintritt. Die Unterseite ist im Zustande der Benetzung grünlich weiss, im trockenen Zustande rein weiss gefärbt.

Die geschilderte Beschaffenheit trifft zunächst für sterile Thallusscheiben zu. Im Zustande der Fructification bietet nur die untere Fläche ein davon abweichendes Bild dar. Die Fructificationsorgane, die wir als Hymenien kennen lernen werden, bedecken meist den grössten Theil der Unterseite als häutige Lamellen von verschiedener Ausdehnung und Anordnung. In der Mehrzahl der Fälle ist die Randparthie des Thallus von Hymenien entblösst oder nur spärlich mit kleinen Areolen oder Papillen bestanden, während auf den hinteren Theilen entweder continuirliche Häute oder concentrische Reihen distincter Papillen vorhanden sind. Letztere schliessen im befeuchteten Zustande ebenfalls auf grössere Strecken hin zu einheitlichen oder durch Risse und Furchen gefelderten Hymenien zusammen; bei der Austrocknung trennen sie sich wieder von einander, wobei sich ihr freier Rand etwas nach oben einrollt. Die Vermuthung MATTIROLI's, dass die Hymenien im jugendlichen Zustande gleichmässig über die untere Fläche ausgebreitet seien, habe ich nicht bestätigt gefunden. Vielmehr beginnt die Fructification an einzelnen, getrennten Punkten: es werden zuerst kleine Papillen oder Knötchen sichtbar, die in immer wachsender Zahl und Dichtigkeit auftreten und sich zu continuirlichen Häuten zusammenordnen.

Dem grünen, lamellös entwickelten Thallus von *Cora* steht als ein zweiter wesentlicher Bestandtheil der Pflanze ein der grünen Färbung entbehrendes, weil ausschliesslich myceliales Gebilde gegenüber: der Haftkörper. Wie andere Laubflechten besitzt nämlich auch *Cora* besondere Hyphen, welche den Thallus an der Ansatzstelle mit dem Substrat befestigen. Sind aber diese zur Befestigung dienenden Myceltheile bei den gewöhnlichen Flechten auf eine Anzahl Rhizinen- oder Hyphenbündel beschränkt, welche niemals irgend wie beträchtliche Glieder des Pflanzenkörpers darstellen, so sehen wir die entsprechenden Organe bei *Cora* oft zu einem Volumen entwickelt, welches die Function derselben als blosser Haftapparat in Frage stellt. Nicht selten freilich hat es auch bei *Cora* mit der Bildung weniger Hyphenbündel sein Bewenden, welche den Thallus locker mit dem Substrat befestigen; doch trifft dieses Verhalten nur für diejenigen Exemplare zu, deren Substrat relativ uneben und rissig und daher zum Festhalten von

Feuchtigkeit in hervorragendem Grade geeignet ist. An relativ glatten und daher trockeneren Rinden bilden sich dagegen die »Rhizinenbündel« zu einem voluminösen Polster aus, welches dem schräg nach unten gerichteten Laubthallus keilförmig untergeschoben erscheint, so zwar, dass es den Raum zwischen dem letzteren und dem Substrat bis zu einer gewissen Entfernung von der Insertionskante ausfüllt. Die Individuen ganzer Thallusfamilien hängen mittelst ihrer in Continuität stehenden Haftkörper innig mit einander zusammen und lassen sich auf das leichteste als Ganzes von dem Substrat ablösen.

Das in Rede stehende Gebilde hat, wie schon die blosse Betrachtung der Oberfläche zeigt, eine lacunöse, badeschwammartige Beschaffenheit. Dieselbe giebt sich ferner bei Befeuchtung mit Wasser in auffälligster Weise dadurch kund, dass grosse Mengen von Flüssigkeit auf das begierigste eingesogen werden. Es weist diese Eigenschaft des Gebildes sowie seine besonders reichliche Ausbildung bei Exemplaren relativ trockener Standorte mit Deutlichkeit darauf hin, dass es die Function eines Feuchtigkeitsreservoirs für die Pflanze erfüllt. Eines solchen Organes ist die Pflanze mit Rücksicht auf den lockeren Bau ihrer oberflächlichen Hyphenschichten und den gänzlichen Mangel einer festen, die Austrocknung verhindernden Rinde besonders bedürftig.

Wenden wir uns nun zur anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Betrachtung der Flechte und erörtern auch hier zunächst die Structur des fertigen, grünen Laubthallus. Wie MATTIROLI richtig angiebt, zeigt die sterile Thallusscheibe im Querschnitt drei Schichten, eine mittlere Gonidienzone und eine obere und untere Hyphenschicht. Die letztere Schicht erschien MATTIROLI, vermuthlich deshalb, weil ihm nur fructificirende Exemplare vorlagen und er daraus die Ansicht gewann, der ganze Thallus von *Cora* sei als ein analoges Gebilde wie der Fruchtkörper eines Hutpilzes beständig mit Hymenium bekleidet, als blosse Übergangsschicht zu dem reproductiven Theil: er bezeichnete sie daher als stratum intermedium. Da diese Annahme indessen nicht zutrifft, haben wir neben dem stratum gonidiale und superius ein stratum inferius zu unterscheiden.

Im Gegensatze zu den ächten Laublechten sind die beiden oberflächlichen Schichten aus ganz locker verflochtenen Hyphen aufgebaut und bilden niemals eine pseudoparenchymatische Rinde. Die Hyphenschicht der Oberseite übertrifft diejenige der Unterseite ein wenig an Höhe, wogegen sie in der Dichtigkeit der Hyphenverflechtung der unteren erheblich nachsteht. In der oberen Schicht verlaufen die Hyphen einigermaassen regelmässig, nämlich annähernd parallel mit einander und senkrecht zur Oberfläche, wobei sie grosse longitudinale

Lufräume zwischen sich lassen: in der unteren Schicht sind die Hyphen reichlicher verzweigt und lassen keinerlei Regelmässigkeit des Verlaufs erkennen. Auf beiden Seiten legen sich die Hyphenäste der Oberfläche annähernd parallel der letzteren und bilden so eine etwas dichtere, das laeuöse Innere des Thallus unvollkommen abschliessende Decke. Auf der Unterseite endigen die dort zu Tage tretenden Hyphenäste mit sonderbaren, knorrigen Auszweigungen.

Die Gonidienzone ist die dichteste Schicht des vegetativen Thallus und die einzige, in welcher die Hyphen sich zu einer Art Pseudoparenchym vereinigen. Nur an der Grenze gegen die beiden oberflächlichen Schichten ragen die Lufräume eine Strecke weit in die Gonidienschicht hinein. Die sehr eleganten Gonidien sind lebhaft blaugrün gefärbte Chroococcus-Zellen von verschiedener Grösse, welche sich durch Allwärtstheilung vermehren, sich durch gegenseitigen Druck polygonal abplattten und in grösseren oder kleineren Gruppen aneinander liegen bleiben, bis die Pilzhyphe zwischen die einzelnen Individuen eindringen. Die Umspinnung der Gonidien durch die Pilzhyphe ist eine ausserordentlich innige: die Gonidiengruppen sind von einem dicht anschliessenden Netzwerk von Hyphengewebe umstrickt.

Das Bild, welches ein tangentialer Querschnitt darbietet, zeigt dieselbe Anordnung der Elemente wie ein radial geführter Schnitt. Auch aus der Flächenansicht des Thallus ist keinerlei Verschiedenheit der Structur in den beiden Richtungen ersichtlich. Es ist daher ein radialer Verlauf der Hyphen oder eine centrische Anordnung der Elemente (wenigstens eine kurze Strecke weit hinter dem Rande) im Thallus von *Cora* nicht gegeben.

Was den anatomischen Bau des eingerollten Randes als des Ortes des marginalen Wachstums betrifft, so ist die auffallendste Erscheinung in dieser Thalluspartie das Fehlen der oberen Hyphenschicht in dem eingerollten Theil selbst und eine Strecke weit hinter demselben. Die Gonidien liegen daher in einer schmalen, mit blossen Auge deutlich erkennbaren Randzone frei zu Tage. Da die Gonidiengruppen mit ihrer Pilzumstrickung hier so locker im Thallus inserirt sind, dass sie sich mit einem weichen Haarpinsel auf das leichteste abheben lassen, so ist es im hohen Grade wahrscheinlich, dass an dieser Stelle ein Freiwerden von Gonidien auch in der Natur erfolgt, dass daher die Pflanze in analoger Weise wie die gewöhnlichen Flechten sich durch »Soredien« zu vermehren vermag.

Um auch auf die Entwicklung des vegetativen Thallus in Kürze einzugehen, so sei hier erwähnt, dass die kleinsten und jüngsten Thalli, welche ich in der Natur auffand, kleine rundliche Scheiben darstellten, welche einseitig am Substrat festsassen und am freien Rande durch

vorspringende Gonidiengruppen unregelmässig eingebuchtet waren. Die für spätere Zustände charakteristische Einrollung des Randes besaßen diese jüngsten Thalli noch nicht, im Übrigen stimmten sie in Gestalt und Structur vollkommen mit den älteren Stadien überein. Nach erfolgter Einrollung des Randes, welche schon an ganz jungen Thallis von wenigen Millimetern Breite sich zu bilden beginnt, treten bis zur Fructification keine wesentlichen Veränderungen mehr auf. Die Scheibe vergrössert sich durch marginales und intercalares Wachstum und bildet entsprechend der Beschaffenheit ihres Standorts den Haftkörper aus.

Über die Structur des letzteren ist wenig zu berichten. Eine grosse Anzahl von Hyphenbündeln laufen im Allgemeinen parallel mit einander und senkrecht zu der freien Basis des keilförmigen Kissens, welches den Haftkörper darstellt. In anderen Fällen breiten sich die »Rhizinenbündel« unregelmässig über das Substrat aus und bilden auf demselben eine spongöse, leicht ablösbare Haut.

Zu den geschilderten, vegetativen Theilen des Thallus kommt im Stadium der Fructification das Fruchtlager hinzu. Im fertigen Zustand zeigt ein Querschnitt dasselbe zusammengesetzt aus einzelnen, schon mit blossen Auge unterscheidbaren Papillen von pyramidenförmiger Gestalt, welche mit ihren Spitzen in das stratum inferius übergehen, während ihre Basen zu einer nur stellenweise unterbrochenen, die freie Ebene des Hymeniums darstellenden Fläche zusammenschliessen. Jede Papille besteht aus einer Garbe reichlich verästelter Hyphen, deren letzte Endigungen die Basidien, beziehungsweise Paraphysen repräsentiren.

Die Entwicklung der Papillen zeigt einen Verlauf, wie er schon aus dem morphologischen Bau mit Wahrscheinlichkeit hervorgeht. An getrennten Punkten der anfangs sterilen Unterseite sieht man zahlreiche Gruppen von Hyphenästen aus dem stratum inferius hervortreten, sich immer reichlicher verästeln und schliesslich büschelförmige Endzweige bilden, die sich in senkrechter, paralleler Lage neben einander ordnen. Haben die Papillen eine bestimmte Höhe und Breite erreicht, so stossen sie seitlich an einander, und ihre freien Flächen nehmen durch gegenseitigen Druck eine polygonale Gestalt an. In vielen Fällen sind die Papillen nicht zahlreich genug und in hinreichend regelmässiger Vertheilung vorhanden, um eine allseitig geschlossene Schicht zu bilden, und es bleiben dann die oben geschilderten, unregelmässigen Risse und Lücken als sterile Stellen zurück. In der Nähe des Thallusrandes ist das Hymenium gewöhnlich in Gestalt zerstreuter, kleiner Arcolen ausgebildet, während auf den hinteren Theilen des Thallus in der Regel grössere, mehr zusammenhängende Hymeniumportionen anzutreffen sind.

Eine auffällende Abweichung von dem normalen Bau des Fruchtlagers kommt zuweilen dadurch zu Stande, dass einige der keulenförmigen Endigungen der scheinbar fertigen Basidienschicht sich unter erneuter Verlängerung und Verzweigung aus der Ebene der übrigen erheben und so über der ursprünglichen Basidienschicht ein secundäres Hymenium bilden, welches mit dem ersten in ähnlicher Weise wie dieses mit dem vegetativen Thallus zusammenhängt. Derselbe Vorgang der Überwachsung kann sich sogar noch mehrere Male wiederholen.

Von den Elementen der Basidienschicht wird nur ein ausserordentlich geringer Theil zu sporentragenden Basidien, die überwiegende Mehrzahl bleibt steril und fungirt als Paraphysen. Beiderlei Gebilde unterscheiden sich von einander weder in ihrer Gestalt noch merklich in der Grösse. Die fertilen Basidien führen aber stets ein körnigeres Plasma als die Paraphysen und sind dadurch leicht kenntlich.

Die Zahl der Sterigmen war in allen beobachteten Fällen durchweg vier, ihre Gestalt und Entstehungsweise ebenfalls durchaus die der typischen Hymenomyceten, speciell des von DE BARY eingehend untersuchten *Corticium amorphum*. »Einsporige Basidien mit einem einzigen niedrigen Sterigma«, wie sie MATTIROLO gefunden zu haben glaubt, habe ich niemals beobachten können, und ich bin geneigt, diese Anzahl auf eine Verwechslung von Sterigmen mit zapfenförmigen Paraphysenendigungen zurückzuführen.

II.

Dictyonema sericeum MONT.

Ausser der Gattung *Cora* hat MATTIROLO noch eine zweite, zu den Hymenolichenen gehörige Form an's Licht gezogen, welche er mit dem Gattungsnamen *Rhipidonema* belegt hat, und welche bereits von KREMPELHUBER für eine mit *Cora* verwandte Flechte gehalten worden war. Ich hatte leider nicht Gelegenheit, diese seltene, von MATTIROLO nur ganz unvollständig erforschte Pflanze, deren Vaterland Borneo ist, selbst zu untersuchen, bin hingegen in der Lage, über eine vielleicht derselben Gattung zuzutheilende Hymenolichene aus Westindien, das *Dictyonema sericeum* MONT., Einiges nach eigenen Untersuchungen zu berichten. Ich sammelte diese Pflanze auf Dominica, woselbst sie als grosse Rarität an lichten Stellen der Bergwälder zu finden ist.

Der Thallus der Flechte besteht wie der von *Cora* und *Rhipidonema* aus halbkreis- bis nierenförmigen Scheiben, welche, einer

Baumrinde einseitig angewachsen oder einen dünnen Zweig rings umfassend, eine schräg nach unten gerichtete Stellung haben. Theilungen der Scheibe kommen vor, und es pflegen dann die Segmente derartig übereinander zu sitzen, dass sie von unten nach oben successive an Grösse abnehmen. Auch eine schwache Andeutung concentrischer Zonen war an älteren Thallusscheiben zu beobachten, wogegen der freie Rand niemals die bei *Cora* so charakteristische Einrollung zeigte, vielmehr stets in eine grosse Anzahl feiner Spitzen und Fransen unregelmässig zertheilt war. Die Farbe der Oberseite ist ein tiefes, mattes Blaugrün, die der Unterseite ein unscheinbares Grau; der gefranste Rand bildet eine mehrere Millimeter breite Zone von elegantester, weisslich-grüner Färbung.

Das Fruchtlager findet sich wie bei *Cora* auf der Unterseite der Thallusscheibe. Bei dem einzigen damit behafteten Exemplar, welches ich nach langem und mühevollen Suchen auf Dominica aufzufinden vermochte, war nur ein kleiner Theil der unteren Fläche damit bestanden, doch hatte ich in Kew Gelegenheit, Exemplare mit viel ausgebildeterem, fast die ganze Unterseite des Thallus bekleidendem Hymenium zu sehen. Die Beschaffenheit des Fruchtlagers ist die einer weichen, schmiegsamen Haut, welche durch Risse und Furchen in ähnlicher Weise wie bei *Cora* und vielen Thelephoreen unregelmässig gefeldert erscheint.

Was die innere Structur des Thallus betrifft, so weist schon das äussere Ansehen auf einen sehr lockeren, spinnwebartigen oder schwammigen Bau hin. Eine schwache Vergrösserung des in toto unter das Mikroskop gebrachten Thallus zeigt zahlreiche Hyphenbündel, welche in unregelmässig geschlängeltem Verlaufe nach der Peripherie streben, sich an vielen Stellen spalten, verschmelzen, Hohlräume umschliessen, rippen- oder leistenartig auf beiden Seiten des Thallus vorspringen und so ein Geflecht von anfangs radiärer, später ziemlich unsymmetrischer Structur erzeugen. In den Hyphenbündeln der oberen Schichten eingebettet oder zwischen denselben frei zu Tage tretend, verlaufen annähernd parallel mit den Hyphen und mit einander die Gonidien oder Gonidienbündel, lebhaft blaugrün gefärbte, starke Scytonema-Fäden, deren jeder von einer geschlossenen Scheide von Pilzhypphen auf das innigste umspunnen ist.

Von den specielleren, anatomischen Befunden sei hier nur die sehr auffallende und im Flechtenreiche einzig dastehende Art der Umspinnung der Gonidien etwas eingehender geschildert. Von allen beschriebenen Flechtengonidien lassen sich nur diejenigen der Gattung *Cornogonium* und *Cystocoleus* mit jenen vergleichen. Diese Flechten bestehen, wie SCHWENDENER und THWAITES gefunden haben, aus langen, verzweigten und zu einem ähnlichen Fächer wie der Thallus von

Dictyonema verfilzten Fäden grüner Algen und zwar, wie BORNET nachgewiesen hat, grüner oder röthlicher Chroolepus-Fäden, welche von längs verlaufenden Hyphen scheiden- oder netzartig umspinnen sind. Ich habe Gelegenheit gehabt, zwei Vertreter der Gattung *Coenogonium* in Westindien und Venezuela lebend zu untersuchen, und meiner ausführlicheren Darstellung in PRINGSHEIM's Jahrbüchern mehrere Abbildungen zum Vergleiche mit *Dictyonema* beigelegt. Bei keiner der beiden *Coenogonium*-Arten wird die fortwachsende Spitze des Algenfadens so vollständig in die Umstrickung des Pilzes hineingezogen wie bei *Dictyonema*, wo sie von einer lückenlosen, aus Pilzzellen bestehenden Kapuze überkleidet wird, und niemals werden bei *Coenogonium* die Pilzhyphe durch den Contact mit dem Algenfaden so auffallend modificirt, wie es bei *Dictyonema* der Fall ist.

Die starken Seytonema-Fäden, welche als Gonidien von *Dictyonema sericeum* fungiren, bestehen aus lebhaft blaugrün gefärbten Zellen mit körnigem, in der Mitte etwas heller tingirtem Plasma und aus gelbbraunen Heterocysten, welche zwischen die grünen Glieder gewöhnlich in regelmässigen Abständen eingestreut sind. Eine Gallertscheide ist nicht vorhanden, dieselbe ist vollständig ersetzt durch das Netz der Pilzumspinnung, welches als eine allseitig geschlossene Scheide um den centralen Algenfaden lückenlos zusammenschliesst. Diese Scheide besteht aus acht oder neun längsverlaufenden Hyphen, deren Seitenwände wie die Zellen einer Epidermis wellenförmig in einander greifen, und welche in regelmässigen Abständen durch Scheidewände gefächert sind. Die ursprünglich vorhandene Gallertscheide des Seytonema-Fadens wird von dem Pilz in der Weise angegriffen und verzehrt, dass einzelne Hyphen in's Innere derselben eindringen, unter der Oberfläche in geschlängeltem Längsverlauf weiter wachsen, sich im spitzen Winkel verzweigen und schliesslich an Dicke zunehmen, wobei sie seitlich auf einander treffen und mit undulirten Wänden mit einander verwachsen.

Da die Hyphenumspinnung als fester, lückenloser Überzug die Alge umgiebt, muss das Wachsthum der letzteren mit dem des Pilzes genau gleichen Schritt halten. Diese Harmonie des Wachsthums macht sich besonders bei dem Eintritt einer Verzweigung bemerklich. Wie die frei lebenden Arten der Gattung *Seytonema* zeigen nämlich auch die Gonidien von *Dictyonema* eine »falsche« Astbildung, welche dadurch vollzogen wird, dass sich an den Grenzzellen die beiderseitigen Fadentheile der Alge an einander vorbei schieben, wobei entweder nur das eine Fadenstück einen Ast liefert oder beide Theile sich gleichsam an einander aufrichten und an einander haftend in derselben Richtung weiter wachsen. Die Pilzumspinnung verhält sich

nun so, dass dieselbe sich alsbald bei der Erhebung des oder der Zweige des Algenfadens mit hervorwölbt und die Auszweigung mit einer festen Kapuze überkleidet, aus welcher die Hyphenseide der neuen Äste hervorgeht. Hat sich gleichzeitig ein Astpaar erhoben, so ist dieses im Anfang noch von einer gemeinschaftlichen Kapuze überkleidet; diese spaltet sich erst eine Strecke weit über der Verzweigungsstelle, so dass jeder der beiden Fäden wieder seine besondere Umspinnung erhält und von dem Schwesterfaden isolirt ist.

Der Zusammenhang der Gonidienumstrickungen mit dem eigentlichen Mycel der Flechte findet an nur wenigen, unbestimmten Stellen statt. Bei der überwiegenden Mehrzahl der in der Natur sich findenden Individuen ist er bedingt durch die Entwicklung des Thallus aus »Soredien«, d. h. aus Gonidien, welche mit ihrer Umstrickung von Pilzhypen aus einem anderen Thallus frei werden und durch Auswachsen einiger Zellen jener Umstrickung ein neues Mycel erzeugen.

Die Structur der Fructifications-Organe, soweit sie sich an dem einzigen fertilen Exemplar ermitteln liess, schliesst sich eng an den geschilderten Bau der gleichen Organe bei *Cora* an. Aus den gonidienlosen Hyphenbündeln der Unterseite erheben sich an zahlreichen Stellen Äste, welche sich immer reichlicher verzweigen und mit ihren letzten Endigungen zu einer geschlossenen Basidienschicht zusammentreten. Basidien mit Sporen oder Sterigmen liess das spärliche Material leider nicht erkennen. Doch dürfte aus dem ganzen, mit *Cora* durchaus analogen Bau der hymenialen Schicht und aus der grossen Übereinstimmung von *Dictyonema* mit der gleich zu besprechenden Flechte auf ein typisches Verhalten in der Sporenbildung mit grösster Wahrscheinlichkeit geschlossen werden können.

III.

Laudatea caespitosa Jonow.

Während die Gattungen *Cora*, *Rhipidonema* und *Dictyonema* nach ihrem habituellen Wuchs als Laubflechten beziehungsweise als Hymenomyceeten mit einseitig angewachsenem Fruchtkörper bezeichnet werden können, zeigt die im Folgenden zu beschreibende Flechte, von welcher sterile Thalli bereits mehrfach aufgefunden und als Varietäten oder Species von *Dictyonema* beschrieben worden sind, einen sehr eigenartigen Thallus und eine sehr bemerkenswerthe Anordnung der Fructifications-Organe (Hymenien).

Ich fand diese Pflanze im April v. J. an demselben Ort, an welchem das Material von *Cora parsonia* gesammelt wurde: auf der

oben geschilderten Lichtung Laudat im Innern der Insel Dominica, in 2000 F. Höhe über dem Meeresspiegel. Zu Ehren dieser auch in anderer Hinsicht botanisch interessanten Örtlichkeit, sowie mit Rücksicht auf den rasenartigen Wuchs der Pflanze sei es gestattet, die neue Species *Laudatea caespitosa* zu nennen.

Als Substrat wählt die Flechte entweder umgefallene und vermodernde Baumstämme oder auch aufrechte Bäume, Borken, lebende Blätter u. s. w., mit Vorliebe solche Gegenstände, welche mit einem humusartigen Detritus und alten faserigen Epiphytentheilen bekleidet sind.

Will man den Habitus von *Laudatea* kurz bezeichnen, so kann man sie vielleicht eine »Rasenflechte« nennen. Der Thallus besteht nämlich aus einem Rasen kleiner moos- oder algenähnlicher Stämmchen von blaugrüner Farbe, welche je nach der Gunst der Standortsverhältnisse stärker oder schwächer entwickelt sind. Die Spitzen der Stämmchen sind ähnlich wie die Randpartie des Thallus von *Dictyonema* durch eine schön hellgrüne Farbe ausgezeichnet, die Peripherie des Thallus ist von einer weisslichen Zone umrandet. An glatten Substraten breitet sich der Thallus in Gestalt rundlicher Kuchen aus, während er unebene, bucklige Rinden oder Epiphytenwurzeln mit einer continuirlichen Kruste überzieht. Die Consistenz aller Thallustheile ist in frischem Zustande sehr weich und schmiegsam.

Die Fructificationsorgane findet man nach Eintritt der nassen Jahreszeit als häutige Überzüge von weisser Farbe, in einer sehr charakteristischen Anordnung auf dem blaugrünen Rasen vertheilt. Es scheint nämlich eine ausnahmslose Regel zu sein, dass nur die dem Lichte abgekehrten, in tieferem Schatten befindlichen Theile des Thallus zu fructificiren vermögen. Demgemäss entwickeln sich auf solchen Rasen, die über eine höckerige Rinde ausgebreitet sind, die Hymenien immer auf den Schattenseiten der Höcker, bei solchen, welche Epiphytenwurzeln und dergleichen bekleiden, auf den Schattenseiten dieser Körper, bei solchen, welche umgefallene Baumstämme bewohnen, auf der Unterseite dieser Stämme u. s. w. Vegetirt der Rasen auf einem zum Theil vom Stamm abgelösten Borkenstück, so finden sich auf der beleuchteten Vorderseite dieses Körpers nur grüne, gonidienhaltige Thallustheile, während auf der beschatteten Hinterseite ein gonidienloses, aber hymeniumtragendes Mycel sich ausbreitet.

Die Beschaffenheit des frischen Hymeniums ist die einer sehr weichen, wachsartigen Haut, welche ähnlich wie bei vielen Thelephoreen durch zahlreiche Furchen unregelmässig gefeldert oder mit knorpeligen Buckeln versehen erscheint.

Zur Betrachtung der Structurverhältnisse des Thallus wählt man am besten einen Querschnitt durch einen Rasen, welcher auf einem

möglichst ebenen Substrat, etwa einem lebenden Lianenblatt, sich ausgebreitet hat. Man gewahrt mit Leichtigkeit zwei aufeinanderstehende Schichten, deren eine (dem Substrat zugekehrte) aus einem freien Pilzmycel besteht, und deren andere (dem Substrat abgekehrte) aus senkrecht dazu gestellten Gonidienbündeln mit ihren Scheiden aus Pilzhypphen sich zusammensetzt. Die erstere Schicht erscheint uns gleichsam als ein Wurzelsystem, die letztere als ein Rasen kleiner Sprosse, welche mit jenem wie die Stämmchen eines Grasrasens mit ihrem unterirdischen Wurzelgeflecht zusammenhängen.

Die Grenze zwischen den beiden Regionen des Thallus ist nichts weniger als scharf bezeichnet. Die Gonidienbündel sind an einem oder mehreren Punkten ihrer basalen Theile mit dem Mycel verbunden und verhalten sich hierin wie überhaupt in allen wesentlichen Verhältnissen der Structur den entsprechenden Organen der vorhergehenden Gattung analog. Einen durchgreifenden Unterschied von den letzteren zeigen sie nur in ihrer Stellung zu den Myceltheilen, indem sie nicht wie bei *Dictyonema* einer aus Hypphen aufgebauten Thallusscheibe eingebettet sind, sondern die morphologische Gliederung der Flechte selbst bedingen.

Die aus den Gonidienbündeln aufgebauten Stämmchen verlängern sich durch apicales und intercalares Wachstum, vermehren sich durch falsche Astbildung in ganz derselben Weise wie bei *Dictyonema* und sterben in den unteren Partien allmählich ab, so zwar, dass eine Strecke weit noch Gruppen von abgestorbenen Scytonemazellen durch einzelne lebende Glieder unterbrochen sind. Die scheidenartige Umstrickung von Pilzhypphen bleibt lebendig, auch wenn die eingeschlossenen Zellen der Alge bereits abgestorben sind, und es wird auf diese Weise eine lebende Continuität zwischen den wachsenden Theilen der Stämmchen und der eigentlichen Mycelregion des Thallus erhalten.

Sehr abweichend von *Dictyonema* ist der Bau des Mycelkörpers bei unserer Flechte. Derselbe besteht aus einem sehr lockeren Geflecht reichlich verzweigter und unregelmässig durch einander laufender Hypphen von beträchtlicher Dicke. Offene Fusionen zwischen den Hypphenästen sind häufige Erscheinungen. Gewöhnlich findet man in den Zwischenräumen der Hypphen reichliche Einlagerungen von Humus und allerhand Detritus, und da die Pflanze unter diesen Bedingungen besonders üppig gedeiht, ist es wahrscheinlich, dass der Pilz, welcher in der Gonidienregion des Thallus als Parasit erscheint, in der Mycelregion eine saprophytische Lebensweise führt.

Durch die peripherische Ausbreitung des Mycels auf dem Substrat und die damit Hand in Hand gehende seitliche Vermehrung der Gonidien ist auch ein marginales Wachstum des Thallus gegeben, welches

zu der Höhenzunahme durch Verlängerung der Gonidienbündel in einem ähnlichen Verhältniss steht wie das periphere Wachsthum der Thallusscheiben von *Dictyonema* zu der Dickenzunahme derselben in späterem Alter.

Der anatomische Bau des krustenförmigen Fruchtlagers weicht von den entsprechenden Organen der anderen Gattungen nicht unerheblich ab. Querschnitte durch fructifizirende Rasentheile zeigen über der blaugrünen Schicht der Gonidienbündel eine mächtige, subhymeniale Zone von lockerem, aber regelmässigem Gefüge. Dieselbe ist zusammengesetzt aus wiederholt kandelaberartig verzweigten Hyphen, deren Äste mannigfach in einander greifen und häufige Fusionen bilden. Mit dem vegetativen Thallus hängt dieses System von Hyphenästen durch Vermittelung der scheidenartigen Umstrickungen der Gonidien zusammen, indem nämlich die untersten Äste der subhymenialen Schicht direct aus den Zellen der Gonidiumumstrickungen entspringen. Die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass beim Beginn der Fructification einzelne Zellen der Gonidiumumstrickungen schlauchförmig auswachsen und sodann sich reichlich sympodial verzweigen. Nach oben zu wird das Geflecht der Hyphenäste dichter, die Verzweigung spitzer, und die letzten Endigungen setzen eine geschlossene Palissadenschicht zusammen, welche das Hymenium darstellt.

Innerhalb der subhymenialen Schicht bemerkt man zuweilen wiederum eine Aufeinanderfolge von Einzelschichten, deren Grenzen durch dünne Lagen von allerhand undefinirbarem Detritus bezeichnet wird. Es rührt diese Erscheinung daher, dass während der mehrfach eintretenden Wachstumsunterbrechungen des Fruchtkörpers (in trockenen Perioden) sich fremde Körper, wie kleine Algen, Sporen und dergleichen, auf der freien Oberfläche ansammeln, die später bei erneutem Spitzenwachsthum der Hyphen in das Innere des Fruchtkörpers eingeschlossen werden.

Von den Elementen der Basidienschicht ist wie bei *Cora* ein geringer Theil fertil, während die überwiegende Mehrzahl unfruchtbare Paraphysen darstellt. Anzahl, Gestalt und Entwicklung der Sterigmen und Sporen sind durchaus typisch und bedürfen keiner weiteren Beschreibung.

Überblicken wir nun kurz die geschilderten Betrachtungen, so ergeben sich für unsere Auffassung der Organisation der behandelten Pflanzen folgende Resultate:

1. Die Gattungen *Cora*, *Rhipidonema*, *Dictyonema* und *Laudatea* sind Flechten, denn sie stellen Consortien von Pilzen

und Algen dar. Die drei ersteren Gattungen kann man nach ihrem habituellen Wuchs und der Schichtenstructur ihres Thallus als heteromere Laubflechten bezeichnen. Von allen anderen Laubflechten unterscheiden sie sich indessen durch den gänzlichen Mangel einer festen Rinde und die ungewöhnlich innige Umspinnung der als Gonidien fungirenden Algen. Die Gattung *Laudatea* ist ausgezeichnet durch den eigenartigen, rasenähnlichen Wuchs und die damit zusammenhängende Gliederung des Thallus in ein saprophytisches Mycel und grüne, aus Gonidienbündeln mit unstrickenden Pilzhypen bestehende Stämmchen.

2. Die in Rede stehenden Gewächse sind Hymenomyceten und zwar Thelephoreen aus der Verwandtschaft von *Thelephora*, *Corticium*, *Hypochmus* u. s. w., denn die einzigen Fructificationsorgane, welche sie besitzen, sind sporenabschnürende Basidien, welche in rissigen oder gefelderten Hymenien auf der Unterseite einseitig angewachsener Hüte (so bei *Cora*, *Rhipidonema* und *Dictyonema*) oder auf krustenförmigen Fruchtkörpern (so bei *Laudatea*) gebildet werden. Die ältere Angabe NYLANDER's von dem Vorkommen von Apothecien auf dem Thallus von *Cora* konnte trotz Untersuchung sehr zahlreicher Exemplare in keiner Weise bestätigt werden.

Was die Homologie der einzelnen Theile des Thallus zwischen den vier Flechten und den typischen Hymenomyceten anlangt, so macht ihre Durchführung bei der Gattung *Laudatea* keine Schwierigkeiten: denn sowohl das saprophytische Mycel als der krustenförmige Fruchtkörper dieser Flechte findet bei zahlreichen Arten von *Thelephora* und *Corticium* seines Gleichen. Anders bei den drei übrigen Gattungen, wo wir vergeblich nach einem dem Mycel der Hutpilze entsprechenden Gebilde suchen, es müsste denn sein, dass wir den Haftkörper von *Cora* oder die spärlichen »Rhizinen« von *Dictyonema* als ein Homologon jenes Organes ansprechen wollten. Dass der grüne Laubthallus von *Cora* dem Fruchtkörper einer *Thelephora* homolog ist, kann nach seiner ganzen Gestalt, Structur und Wachstumsweise keinem Zweifel unterliegen, und wenn wir mit J. SACHS die Anschauung gelten lassen, dass der Fruchtkörper der Hutpilze einen reducirten Spross, das Mycel aber ein Wurzelsystem darstelle, und dass die verhältnissmässig reiche, morphologische Gliederung der Flechten durch die assimilirende Thätigkeit ihrer »Sprosse« bedingt sei, so wird uns auch die reichere Gliederung des Thallus von *Cora* ebenso wie der Mangel eines saprophytischen Mycels als eines durch den Eintritt der Symbiose überflüssig gewordenen Organes nicht mehr befremdend erscheinen.

Nach alledem müssen die fraglichen Organismen als eine besondere Gruppe von Lichenen aufgefasst werden, die der Gesamtheit

der bisher bekannten Flechten als systematisch ebenbürtig zu coordiniren ist. Wir acceptiren für die neue Gruppe den von MATTIROLO vorgeschlagenen Namen der »*Hymenolychenes*« und unterscheiden in derselben vier Gattungen: *Cora* FR., *Rhipidonema* MATT., *Dictyonema* AG. und *Laudatea nobis*.

Eine speciellere systematische Behandlung der vier Gattungen muss nebst den bildlichen Demonstrationen der ausführlicheren Darstellung überlassen bleiben.

Ausgegeben am 28. Februar.

1884.

XI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

28. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

Hr. SCHOTT las: Etwas über neu-türkische Romantik.
Die Mittheilung folgt umstehend.



Etwas über neu-türkische romantik.

Von W. SCHOTT.

In neuerer und neuester zeit haben armenische unterthanen der Hohen Pforte den beruf gefühlt, in gewöhnlicher osmanisch-türkischer umgangssprache erzählungen mit romantischem anhauch zu schreiben. Da die verfasser solcher nur ihren stammesgenossen nutzen und vergnügen bereiten wollen, so wird alles in armenischer schrift gedruckt, die jeder Armenier lesen kann, während sie, beiläufig bemerkt, auch zum ausdruck der türkischen laute besser sich eignet, als die dem Armenier nur ausnahmsweise lesbare arabis-persische schrift.

Der zumeist ungebundenen rede sind öfter artige verse verliebter art eingeflochten, wie in den bekannten märchen des morgenlandes, deren stil als muster vorschwebt. Doch vermeidet man einerseits die ungeheuerlichkeiten der 1001 nacht und hütet sich andererseits vor verunglimpfung des Islam und bevorzugung irgend eines volkes oder seiner religion, alles trägt das gepräge musterhafter gegenständlichkeit.

Ein mir vorliegendes werk dieser art (1872 in Konstantinopel gedruckt, vier bändchen in klein-octav) hat zu seinem verfasser einen gewissen Witsën Tilkijan. Es begreift in 31 'tagen', von denen jeder seine besondere überschrift hat, nicht viel weniger erzählungen. Der gemeinsame persisch-arabische titel lautet Dürbin-i Aschk, Fernseher (fernrohr, perspectiv) der liebe.

Den grund dieser benennung erfährt man aus der einleitung zum ersten 'tage', die ich mit einiger verkürzung der oft sehr umständlichen ausdrucksweise nun folgen lasse:¹

'Einst lustwandelte ich durch das Ok-mejdan benannte kleine tal zwischen Chass-kjõi und Tatawla (St. Dimitri), bewunderte die reize der gegend und beklagte, ein schaffes fernrohr entbehren zu müssen, das die gegenstände meinem auge näher brächte. Da begegnete mir plötzlich ein derwisch, der ein solches unter seinem arme trug. Ich

¹ Als erzähler denke man sich einen jüdling, der alles getreulich wiederberichtet, was ihm ein ehrwürdiger derwisch während der 31 tage geoffenbart hat und zwar mit einschluss gewisser einwürfe oder bedenken des ersteren und ihrer kurzen widerlegung von seiten des letzteren.

sah das rohr an, trat dem manne näher und sagte, ihn ehrerbietig grüszend: 'Vater derwisch! seit jahren habe ich ob auskunft über manche dinge meinen schicksalsstern angefleht und er hat hartnäckig sein ohr verschlossen, jetzt scheint er mir eine bitte erhören zu wollen. noch ehe ich den mund geöffnet. Lass mich doch ein weilehen durch dein fernrohr sehen, dass ich von jenem hügel aus die umgegend beschauen kann'. Der derwisch sagte: 'Recht gern, mein sohn, doch lass dir zuvor einen rat erteilen! Sei immer du selbst und vertraue nie deinem stern, den überlasse sich selber! Er gleicht einem schatten, der vor dir flieht, wenn du ihn nachsetzest. Schon mein fernrohr mag dich lehren, dass des schicksals wille dir weit mehr geben kann, als du von ihm verlangst und verlangen kannst. Dies rohr ist wunderbar und duldet keinen vergleich mit leistungen menschlicher kunst; es zeigt sogar dinge hinter unzähligen gebäuden und gebirge sind vor ihm durchsichtig wie glas. Soviel kommt indessen jedem, der hineinblickt, zu gute. Aber es besitzt noch eine andere sehr grosze wunderkraft, die mir allein zu gute kommt. So oft ich durch dasselbe nach einem menschen sehe, zeigt es mir, was für schicksale ihn betroffen haben und noch betreffen werden.'

'Wenn du wahrheit redest, Vater (sprach ich), so reiche mir das wunderbare rohr, damit ich einmal hineinschaue!' Der derwisch erfüllte meinen wunsch, ich blickte nach der gegend um Üsküdar und sah zwischen zwei einzelnen bergen ein schönes flüsschen dahinfliesen. An einem ufer desselben sass ein unvergleichlich schönes mädchen, das mit einem jungen hirtten am anderen ufer ein gespräch zu führen schien. Die neugier reizte mich, von dem pare etwas zu erkunden. Der derwisch nahm auf meine bitte das dürrbin vors auge, sprach, es dann wieder herunter nehmend: 'Schon weiss ich, was du wissen willst, und hub nun zu erzählen an.' Aus diesen enthüllungen sei einstweilen nur soviel verraten, dass der hirtte ein seinem vater entfloherener fürstenson, die maid das töchterlein eines der nach Anatoli ausgewanderten Tscherkessenhäuptlinge war und beide heimlicher liebe pflogen.

Kommen wir von diesem ersten und gut endenden kleinen liebesroman, einige andere seines gleichen überspringend, zu einem sehr ärgerlich abschliessenden, unter der überschrift Et kessim-i güsel-i, d. h. der fleisch-abschneidung (fleisch-verbotes) lustbarkeit.

Am sechsten tage — so erzählt unser jüngling — hielt ich das fernrohr in die richtung nach Beï-oghlu und erblickte da eine anzahl seltsam gekleideter menschen, die allerlei tolle geberden machten. Nachdem ich diesen eine weile zugeschaut, rief ich aus: 'Vater derwisch, was für eine menge verrückter seh ich dort?' Darauf der derwisch: 'Mein sohn! lass auch mich die leute, die dir als verrückte erscheinen, ins

auge fassen.' Darauf ich: 'Meine seele, davon verstehst du wohl nichts. Darauf' er: 'Mein lamm, es hat doch jedes volk seine eigenen irren-häuser, sollte man darum irgendwo eine menge tollsinniger individuen zugleich auf die strasse hinaus lassen? Reiche mir das dürbin!' Er tat einen blick hinein und sagte dann: 'Bei leibe, mein sohn, verrückte oder tollhäusler sind diese leute nicht: sie huldigen während der zeit des ihnen versagten fleischgenusses einer sitte, welche darin besteht, dass jedermann, als wäre ihm sein natürliches antlitz nebst der gewohnten kleidung zuwider geworden, mit allerlei fratzen und lumpen bedeckt sich umher treibt.' — 'Was kommt aber dabei heraus?' — 'Dabei kommt heraus, dass man andere erkennt und diese uns nicht kennen.' — 'Was kann aber das für einen zweck haben!' — 'Der zweck ist die lust des fleischverbotes.' — 'Aber eine lust kann ich diesen leuten doch nicht ansehen.' — 'Wohl, mein sohn, recht eigentlich kann es auch nicht so heissen: man verkleidet sich, zecht und treibt kurzweil mit einander. Doch hat jede lust auch ihr leid, wie das schicksal einiger dieser leute dich belehren soll.'

Es kommen nun die fastnachtsabenteuer eines verliebten pares, bei denen an unseligen verwechslungen, zerschlagenen gesichtsmasken, kleiderzerfetzung und quetschungen kein mangel ist. Das christliche bekenntnis der carnavalsnarren wird ebenso stillschweigend vorausgesetzt wie das muhammedanische der erzähler.

Berichtigung.

Seite 35, Zeile 23: statt 1756 — lies: 1755.

Ausgegeben am 6. März.

1884.

XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

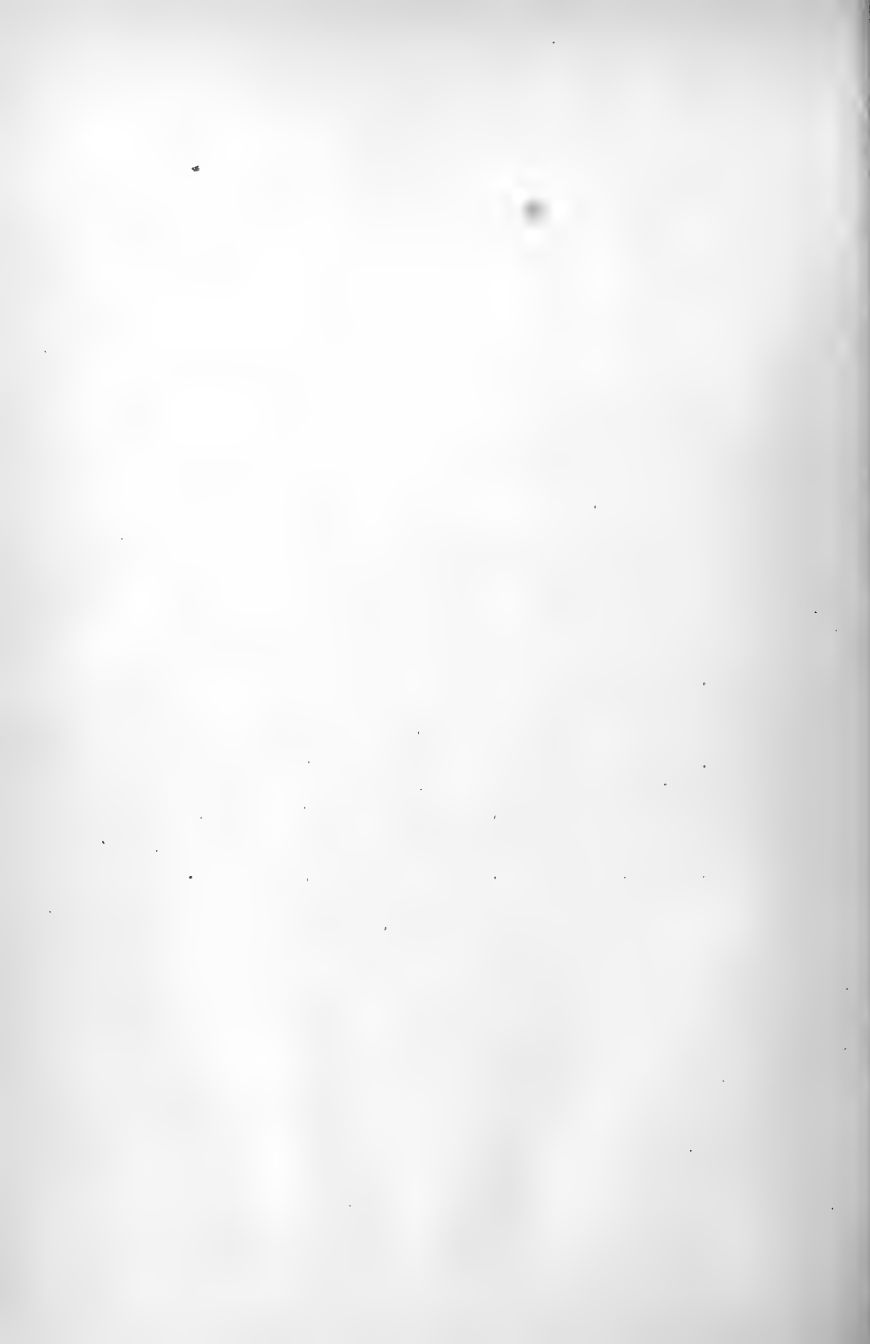
ZU BERLIN.

28. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. DU BOIS-REYMOND.

1. Hr. G. KIRCHHOFF las über die Formänderung, die ein fester Körper erfährt, wenn er magnetisch oder diëlektrisch polarisirt wird. Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Hr. Prof. R. KOSSMANN in Heidelberg sendet einen Bericht ein über die Ergebnisse seiner im vorigen Herbste mit Unterstützung der Akademie zur Fortsetzung seiner Studien über die Epicuriden nach den Balearen unternommenen Forschungsreise. Die Mittheilung wird in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen.



Über die Formänderung, die ein fester elastischer Körper erfährt, wenn er magnetisch oder diëlektrisch polarisirt wird.

Von G. KIRCHHOFF.

Am 17. Februar 1881 hat Hr. von HELMHOLTZ der Akademie eine Mittheilung über die Kräfte gemacht, welche auf die Theile von magnetisch oder diëlektrisch polarisirten Körpern wirken, und Ausdrücke für diese Kräfte mit Hülfe des Princip's von der Erhaltung der Energie aus der Annahme abgeleitet, dass Poisson's Theorie des inducirten Magnetismus für starre Körper im Luftraume richtig ist und sich übertragen lässt auf diëlektrisch polarisirebare Nichtleiter. Die Resultate, zu denen er gelangt, stimmen im Übrigen mit den schon früher von Sir W. THOMSON und CL. MAXWELL entwickelten überein; nur enthalten sie neben der Inductionconstanten noch eine zweite von der Natur des Mittels abhängige Grösse, die bestimmt ist durch die Änderung, die jene bei einer Änderung der Dichtigkeit erfährt. Es hat Hr. von HELMHOLTZ bei seinen Betrachtungen vorzugsweise Flüssigkeiten im Auge gehabt. Bei festen Körpern ist zu vermuthen, dass jene Kräfte mitbedingt sein werden durch eine dritte Constante, die eingeführt werden muss, wenn man die Änderung ausdrücken will, die die Induction durch Dilatationen erfährt, welche in verschiedenen Richtungen verschieden sind. Es soll im Folgenden diese Vermuthung geprüft und dann die allgemeine Theorie auf einen einfachen Fall angewandt werden.¹

1.

Es möge mit einer Betrachtung begonnen werden, die ähnlich einer ist, durch welche die allgemeinen Gleichungen der Poisson'schen Theorie des inducirten Magnetismus begründet zu werden pflegen, und die zeigen soll, wie der magnetische Zustand zu bestimmen ist, den unter dem Einfluss gegebener magnetisirender Kräfte eine Eisenmasse annimmt, deren Theilchen beliebig gegebene, unendlich kleine Ver-

¹ Bei der Correctur dieser Mittheilung erhalte ich das Februarheft von WIEDEMANN'S Annalen, in dem sich eine Arbeit von Hrn. LORBERG »über Elektrostriction« befindet; Bd. 21 S. 300. Es bezieht sich diese auf denselben Gegenstand, der hier abgehandelt ist, und führt durch Betrachtungen von anderer Form zu gleichen Resultaten.

schiebungen aus Lagen erfahren haben, bei denen die Masse in ihrem natürlichen Zustande sich befand.

Man denke sich eine Kugel aus Eisen, welches in drei aufeinander senkrechten Richtungen die überall gleichen, als unendlich klein zu betrachtenden Dilatationen $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ erlitten hat. Wirkt auf diese Kugel eine constante magnetische Kraft, deren Intensität J_1 ist, in der Richtung von λ_1 , so wird die magnetische Axe derselben auch die Richtung von λ_1 haben und, ist μ_1 ihr magnetisches Moment, bezogen auf die Volumeneinheit, so wird man

$$\mu_1 = (p - p'(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) - p''\lambda_1) J_1$$

setzen dürfen, wo p, p', p'' Constanten sind, d. h. nur von der Natur des Eisens und, wie hier noch als möglich angenommen werden muss, von der Grösse der Kugel abhängen können. Wirken gleichzeitig auf die Kugel in den Richtungen von $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ constante magnetische Kräfte, deren Intensitäten J_1, J_2, J_3 sind und bedeuten nun μ_1, μ_2, μ_3 die auf die Volumeneinheit bezogenen magnetischen Momente der Kugel für dieselben Richtungen, so gilt auch jetzt noch diese Gleichung und es ist

$$\mu_2 = (p - p'(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) - p''\lambda_2) J_2$$

und

$$\mu_3 = (p - p'(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) - p''\lambda_3) J_3.$$

Nun sei die gedachte Kugel ein unendlich kleiner Theil einer endlichen Eisenmasse, deren Punkte beliebige relative Verschiebungen erlitten haben und die durch gegebene äussere Kräfte magnetisirt ist, welche von einem permanenten Magnet herrühren mögen. Sie befindet sich dann unter den eben vorausgesetzten Verhältnissen. $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ sind ihre Hauptdilatationen; es seien s_1, s_2, s_3 die Coordinaten eines Punktes in ihr in den Richtungen der Hauptdilatationen, V das Potential der äusseren magnetischen Kräfte, Q das Potential der ganzen magnetisch gewordenen Eisenmasse in Bezug auf diesen Punkt und

$$\phi = V + Q.$$

Es ist dann

$$J_1 = \frac{4\pi}{3} \mu_1 - \frac{\partial \phi}{\partial s_1}, \quad J_2 = \frac{4\pi}{3} \mu_2 - \frac{\partial \phi}{\partial s_2}, \quad J_3 = \frac{4\pi}{3} \mu_3 - \frac{\partial \phi}{\partial s_3}.$$

Substituirt man diese Werthe in die Ausdrücke von μ_1, μ_2, μ_3 , so erhält man Gleichungen, aus denen zunächst zu schliessen ist, dass p, p', p'' von dem Radius der Kugel unabhängig sind, da alle andern, in ihr vorkommenden Grössen von diesem Radius nicht abhängen. Setzt man

$$\frac{p}{1 - \frac{4\pi}{3} p} = k, \quad \frac{p'}{\left(1 - \frac{4\pi}{3} p\right)^2} = k', \quad \frac{p''}{\left(1 - \frac{4\pi}{3} p\right)^3} = k'',$$

und vernachlässigt Grössen von der Ordnung der Quadrate von $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, so erhält man aus ihnen weiter

$$\begin{aligned}\mu_1 &= - (k - k'(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) - k''\lambda_1) \frac{\partial \phi}{\partial s_1} \\ \mu_2 &= - (k - k'(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) - k''\lambda_2) \frac{\partial \phi}{\partial s_2} \\ \mu_3 &= - (k - k'(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) - k''\lambda_3) \frac{\partial \phi}{\partial s_3}.\end{aligned}$$

Man bezeichne nun die Coordinaten des Punktes (s_1, s_2, s_3) in Bezug auf ein beliebiges, rechtwinkliges Coordinatensystem durch x, y, z , die Cosinus der Winkel, welche die Axen der s_1, s_2, s_3 mit den Axen der x, y, z bilden, durch

$$\begin{aligned}a_1, & b_1, c_1 \\ a_2, & b_2, c_2 \\ a_3, & b_3, c_3,\end{aligned}$$

und die auf die Volumeneinheit bezogenen magnetischen Momente für die Axen der x, y, z durch α, β, γ ; man hat dann

$$\begin{aligned}\frac{\partial \phi}{\partial s_1} &= a_1 \frac{\partial \phi}{\partial x} + b_1 \frac{\partial \phi}{\partial y} + c_1 \frac{\partial \phi}{\partial z} \\ \mu_1 &= a_1 \alpha + b_1 \beta + c_1 \gamma\end{aligned}$$

und die Gleichungen, die aus diesen entstehen, wenn statt des Index 1 der Index 2 oder 3 gesetzt wird. Es seien ferner u, v, w die unendlich kleinen Verrückungen, die der materielle Punkt, welcher am Orte (x, y, z) sich befindet, erlitten hat, während die Dilatationen $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ erzeugt wurden; dann gelten die Gleichungen

$$\begin{aligned}\frac{\partial u}{\partial x} &= a_1^2 \lambda_1 + a_2^2 \lambda_2 + a_3^2 \lambda_3 \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) &= b_1 c_1 \lambda_1 + b_2 c_2 \lambda_2 + b_3 c_3 \lambda_3\end{aligned}$$

und diejenigen, die aus ihnen entstehen, wenn x, y, z und u, v, w und a, b, c cyklisch vertauscht werden. Multiplicirt man die Gleichungen für μ_1, μ_2, μ_3 mit a_1, a_2, a_3 oder mit b_1, b_2, b_3 oder mit c_1, c_2, c_3 und addirt sie jedesmal, so erhält man in Folge hiervon

$$\begin{aligned}\alpha &= - a_{11} \frac{\partial \phi}{\partial x} - a_{12} \frac{\partial \phi}{\partial y} - a_{13} \frac{\partial \phi}{\partial z} \\ \beta &= - a_{21} \frac{\partial \phi}{\partial x} - a_{22} \frac{\partial \phi}{\partial y} - a_{23} \frac{\partial \phi}{\partial z} \\ \gamma &= - a_{31} \frac{\partial \phi}{\partial x} - a_{32} \frac{\partial \phi}{\partial y} - a_{33} \frac{\partial \phi}{\partial z},\end{aligned}$$

wo

$$\begin{aligned}
 a_{11} &= k - k' \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) - k'' \frac{\partial u}{\partial x} \\
 a_{22} &= k - k' \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) - k'' \frac{\partial v}{\partial y} \\
 a_{33} &= k - k' \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) - k'' \frac{\partial w}{\partial z} \\
 a_{23} &= a_{32} = -\frac{k''}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) \\
 a_{31} &= a_{13} = -\frac{k''}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) \\
 a_{12} &= a_{21} = \frac{k''}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right).
 \end{aligned}$$

Mit Hülfe dieser Gleichungen sind nun die Bedingungen abzuleiten, denen gemäss das Gesamtpotential ϕ zu bestimmen ist. Man hat

$$Q = \int d\tau \left(\alpha \frac{1}{r} + \beta \frac{\partial}{\partial x} \frac{1}{r} + \gamma \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r} \right),$$

wo $d\tau$ ein Element des vom Eisen eingenommenen Raumes bezeichnet, dessen Coordinaten x, y, z sind, und r die Entfernung dieses vom dem Punkte, auf den Q sich bezieht. Durch partielle Integration kann man den Ausdruck von Q in die Summe zweier Potentiale verwandeln, von denen das eine herrührt von Massen, die den Raum des Eisens erfüllen, das andere von Massen, die seine Oberfläche bedecken. Des letzteren wegen erleiden die ersten Differentialquotienten von Q , also auch die von ϕ , an der Oberfläche des Eisens Sprünge. Um die Darstellung zu vereinfachen, soll ein Kunstgriff benutzt werden, dessen sich auch Hr. von HELMHOLTZ bedient hat. Es soll die Vorstellung zu Grunde gelegt werden, dass das Eisen allmählig in die Luft übergeht, die Grössen a_{11}, a_{12}, \dots also stetig von den Werthen, die im Innern des Eisens ihnen zukommen, bis Null abnehmen, welchen Werth sie in der Luft haben. Erst später soll dann die Annahme eingeführt werden, dass dieser Übergang sich in einer unendlich dünnen Schicht vollzieht. Von der Oberfläche des Eisens kann dann hier im eigentlichen Sinne nicht gesprochen werden; mit diesem Namen soll aber eine Fläche belegt werden, die das Eisen einschliesst, für die schon überall jene Coefficienten $a_{11}, a_{12}, \dots = 0$ sind, und die, wenn der Übergang als ein plötzlicher angenommen werden wird, in die wirkliche Oberfläche des Eisens fallen soll. Für die »Oberfläche« des Eisens ist dann $\alpha = \beta = \gamma = 0$ und es wird daher

$$Q = - \int \frac{d\tau}{r} \left(\frac{\partial \alpha}{\partial x} + \frac{\partial \beta}{\partial y} + \frac{\partial \gamma}{\partial z} \right).$$

Macht man in Betreff der Begrenzung des Magnets, dessen Potential V genannt worden ist, die entsprechende Annahme, so ist Q und V , also auch ϕ mit seinen ersten Differentialquotienten im ganzen Raume stetig und, erstrecken sich weder Eisen noch Magnet in die Unendlichkeit, so ist überdies in der Unendlichkeit $\phi = 0$. Es ist ϕ aus diesen Bedingungen und einer partiellen Differentialgleichung, der im ganzen Raume genügt werden muss, zu bestimmen. Diese findet man, wenn man erwägt, dass aus dem letzten für Q angegebenen Ausdruck folgt

$$\Delta Q = 4\pi \left(\frac{\partial \alpha}{\partial x} + \frac{\partial \beta}{\partial y} + \frac{\partial \gamma}{\partial z} \right)$$

und dass andererseits

$$\Delta Q = \Delta \phi - \Delta V$$

ist. Substituirt man in die hieraus sich ergebende Gleichung für α, β, γ die gefundenen Werthe, so erhält man

$$\begin{aligned} \frac{\Delta \phi}{4\pi} + \frac{\partial}{\partial x} \left(a_{11} \frac{\partial \phi}{\partial x} + a_{12} \frac{\partial \phi}{\partial y} + a_{13} \frac{\partial \phi}{\partial z} \right) \\ + \frac{\partial}{\partial y} \left(a_{21} \frac{\partial \phi}{\partial x} + a_{22} \frac{\partial \phi}{\partial y} + a_{23} \frac{\partial \phi}{\partial z} \right) \\ + \frac{\partial}{\partial z} \left(a_{31} \frac{\partial \phi}{\partial x} + a_{32} \frac{\partial \phi}{\partial y} + a_{33} \frac{\partial \phi}{\partial z} \right) = \frac{\Delta V}{4\pi}. \end{aligned}$$

Für jeden der 3 Theile, in welche der ganze Raum zerlegt werden kann, nämlich für das Eisen, den Magnet und den Luftraum, nimmt diese Gleichung eine einfachere Gestalt in Folge davon an, dass nur im Eisen die Grössen $a_{11}, a_{12} \dots$ von Null verschieden sind und nur im Magnet ΔV nicht = Null ist. Für das Eisen ist daher die rechte Seite der Gleichung = Null, für den Magnet ist die Gleichung

$$\Delta \phi = \Delta V$$

und für den Luftraum

$$\Delta \phi = 0.$$

Die allgemeine für ϕ gefundene Differentialgleichung lässt sich ersetzen durch eine Gleichung, die ausspricht, dass die Variation eines gewissen Integrals verschwindet. Man verstehe unter $\delta \phi$ einen unendlich kleinen Zuwachs der Function ϕ , der, wie diese, mit seinen Differentialquotienten überall stetig ist und in der Unendlichkeit verschwindet; man multiplicire die Differentialgleichung für ϕ mit $\delta \phi$ und mit dem Raumelement $d\tau$ und integrirte über einen Raum, der

durch eine Fläche begrenzt ist, die ganz in der Unendlichkeit liegt. Die Gleichung, die man dann erhält, lässt sich durch partielle Integrationen in die Form bringen

$$0 = \delta W - \frac{1}{4\pi} \int ds \frac{\partial \phi}{\partial n} \delta \phi,$$

wo

$$W = \int d\tau \left\{ \frac{1}{4\pi} \phi \Delta V + \frac{1}{8\pi} \left(\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right) + G \right\}$$

$$2G = a_{11} \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + a_{22} \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + a_{33} \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 + 2a_{23} \frac{\partial \phi}{\partial y} \frac{\partial \phi}{\partial z} + 2a_{31} \frac{\partial \phi}{\partial z} \frac{\partial \phi}{\partial x} + 2a_{12} \frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial \phi}{\partial y},$$

δW den Zuwachs bedeutet, den W dadurch erfährt, dass ϕ und $\delta \phi$ wächst, ds ein Element der unendlich grossen Grenzfläche und n die nach Innen gekehrte Normale von ds ist.¹ Daraus, dass ϕ mit seinen ersten Differentialquotienten überall stetig ist, in der Unendlichkeit verschwindet und $\Delta \phi$ nur in einem Raume, der sich nicht in die Unendlichkeit erstreckt, von Null verschieden ist, folgt aber

$$\phi = - \frac{1}{4\pi} \int \frac{d\tau}{r} \Delta \phi$$

und dann, weiter, dass, wenn die Abstände der Elemente der gewählten Grenzfläche von einem im Endlichen liegenden Punkte von der Ordnung der unendlich grossen Länge R sind, in ihr die Werthe von ϕ mindestens von der Ordnung von $\frac{1}{R}$ und die Werthe von $\frac{\partial \phi}{\partial n}$

mindestens von der Ordnung von $\frac{1}{R^2}$ unendlich klein sind. Hieraus ergibt sich endlich, dass das zu δW hinzugefügte Integral verschwindet, wenn, wie es sein soll, $\delta \phi$ in der Unendlichkeit verschwindet, dass also

$$0 = \delta W$$

ist.

Der für W aufgestellte Ausdruck soll noch einer Transformation unterworfen werden. Indem man erwägt, dass ϕ und seine ersten Differentialquotienten überall stetig und in der Unendlichkeit von den

¹ Beiläufig möge bemerkt werden, dass

$$2G = -\alpha \frac{\partial \phi}{\partial x} - \beta \frac{\partial \phi}{\partial y} - \gamma \frac{\partial \phi}{\partial z},$$

also auch bei der eben gebrachten Bezeichnung

$$= -\mu_1 \frac{\partial \phi}{\partial s_1} - \mu_2 \frac{\partial \phi}{\partial s_2} - \mu_3 \frac{\partial \phi}{\partial s_3}$$

ist.

eben angegebenen Grössenordnungen unendlich klein sind, findet man durch partielle Integrationen

$$\int d\tau \left(\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right) = - \int d\tau \phi \Delta \phi,$$

wo die Integrale über einen Raum auszudehnen sind, dessen Grenze ganz in der Unendlichkeit liegt. Durch Substitution hiervon ergibt sich, wenn man noch durch $d\tau_e$, $d\tau_m$, $d\tau_l$ Elemente des Eisens, des Magnets und des Luftraums bezeichnet,

$$\begin{aligned} W = & - \int d\tau_e \left(G - \frac{1}{8\pi} \phi \Delta \phi \right) \\ & - \int d\tau_m \left(\frac{1}{4\pi} \phi \Delta V - \frac{1}{8\pi} \phi \Delta \phi \right) \\ & + \int d\tau_l \frac{1}{8\pi} \phi \Delta \phi. \end{aligned}$$

2.

Es soll nun durch Betrachtungen, die im Wesentlichen denen ganz gleich sind, durch die Hr. v. HELMHOLTZ zu seinen Resultaten geführt ist, gezeigt werden, in welcher Beziehung die Grösse W zur Energie des aus dem Eisen und dem Magnet gebildeten Systems steht, und wie aus ihrem Ausdrucke auf die Kräfte geschlossen werden kann, die auf die Elemente des Eisens in Folge seiner Magnetisirung wirken. Zu diesem Zwecke soll zunächst der Zuwachs δW berechnet werden, den W erhält, wenn der Magnet eine unendlich kleine Änderung seiner Lage erfährt, alle Punkte des Eisens aber unverrückt bleiben. Um den Werth zu berechnen, den W nach der Verrückung des Magnets besitzt, ist es nicht nöthig, den wahren Werth zu benutzen, den dann ϕ in jedem Punkte des Raumes hat; es ist gestattet, einen anzuwenden, der von diesem um etwas unendlich Kleines abweicht, wenn er nur, wie dieser, mit seinen ersten Differentialquotienten überall stetig ist und in der Unendlichkeit verschwindet, da, wie im vorigen Paragraph bewiesen, unter dieser Bedingung alle Annahmen über ϕ zu demselben Werthe von W führen. Es darf daher angenommen werden, dass nach der Verschiebung des Magnets in jedem materiellen Punkte des Eisens, des Magnets und der Luft $\Delta \phi$ den ursprünglichen Werth behalten hat, wodurch dann das neue ϕ überall vollständig bestimmt ist. Die Vergrößerung, die sich dabei für das auf irgend einen materiellen Punkt bezogene ϕ ergibt, sei $\partial \phi$; die entsprechende Vergrößerung von G

sei δG . Variirt man den für $2G$ aufgestellten Ausdruck und führt dann die Grössen α, β, γ ein, so findet man

$$\delta G = -\alpha \frac{\partial \delta \phi}{\partial x} - \beta \frac{\partial \delta \phi}{\partial y} - \gamma \frac{\partial \delta \phi}{\partial z}$$

und daher, weil in der Oberfläche des Eisens α, β und $\gamma = 0$ sind,

$$\int d\tau_e \delta G = \int d\tau_e \delta \phi \left(\frac{\partial \alpha}{\partial x} + \frac{\partial \beta}{\partial y} + \frac{\partial \gamma}{\partial z} \right),$$

oder wegen der Differentialgleichung, der ϕ im Eisen genügt,

$$= \int d\tau_e \frac{1}{4\pi} \delta \phi \Delta \phi.$$

Erwägt man noch, dass für alle Punkte des Magnets $\Delta \phi = \Delta V$ und für alle Punkte des Luftraums $\Delta \phi = 0$ ist, so ergibt sich

$$-\delta W = \frac{1}{8\pi} \int d\tau_e \delta \phi \Delta \phi + \frac{1}{8\pi} \int d\tau_m \delta \phi \Delta \phi.$$

Diese beiden Integrale sind einander gleich; es ist nämlich allgemein

$$\phi = -\frac{1}{4\pi} \int \frac{d\tau}{r} \Delta \phi,$$

wo die Integration über das Eisen und den Magnet auszudehnen ist, also in dem ersten jener beiden Integrale

$$\delta \phi = -\frac{1}{4\pi} \int d\tau_m \delta \frac{1}{r} \Delta \phi$$

und in dem zweiten

$$\delta \phi = -\frac{1}{4\pi} \int d\tau_e \delta \frac{1}{r} \Delta \phi,$$

also ein jedes von ihnen

$$= -\frac{1}{2} \iint d\tau_m d\tau_e \delta \frac{1}{r} \frac{\Delta \phi_m}{4\pi} \frac{\Delta \phi_e}{4\pi},$$

wo $\Delta \phi_e$ sich auf den Ort von $d\tau_e$, $\Delta \phi_m$ auf den Ort von $d\tau_m$ bezieht und r der Abstand dieser beiden Elemente ist. Es ist also

$$\delta W = + \iint d\tau_m d\tau_e \delta \frac{1}{r} \frac{\Delta \phi_m}{4\pi} \frac{\Delta \phi_e}{4\pi}.$$

Dieser Ausdruck stellt aber die Arbeit dar, die fremde Kräfte der magnetischen Anziehung entgegen leisten müssen, um die gedachte Verschiebung des Magnets hervorzubringen; es ist also δW die dieser Verschiebung entsprechende Vergrößerung der Energie des aus dem Eisen und dem Magnet bestehenden Systemes, und W selbst diese

Energie (abgesehen von einer additiven Constanten) für Zustände, die von einander durch die Lage des Magnets sich unterscheiden. In dem Falle, dass der Magnet in unendlich grosse Entfernung von dem Eisen gerückt ist, ist W nur von dem Magnet, nicht von dem Eisen abhängig.

Nun sollen Zustände ins Auge gefasst werden, die dadurch entstehen, dass die Theile des Eisens beliebige unendlich kleine Verrückungen erleiden. Bei einem solchen Zustande seien ξ, η, ζ die Verrückungen, die derjenige materielle Punkt, der ursprünglich die Coordinaten x, y, z besitzt, erfahren hat. Auf zwei Weisen denke man sich diesen Zustand aus dem ursprünglichen durch fremde Kräfte, die man auf die Elemente des Eisens wirken lässt, hervorgerufen: das eine Mal soll es geschehen, während der Magnet an seinem Orte sich befindet; das andere Mal soll der Magnet durch fremde Kräfte vorher in die Unendlichkeit geführt sein und nachher an seinen Ort zurückgebracht werden. Nach dem Princip von der Erhaltung der Energie muss die Arbeit der fremden Kräfte in beiden Fällen die nämliche sein. Die Arbeit, welche zum Transport des Magnets in die Unendlichkeit und zurück aufgewendet werden musste, ist die Vergrösserung δW , welche W in Folge der Verschiebungen ξ, η, ζ erfährt; um so viel kleiner muss die Arbeit der auf die Theile des Eisens wirkenden fremden Kräfte in dem zweiten Falle, als in dem ersten sein. Bezeichnet man diese Kräfte, bezogen auf die Volumeneinheit, in dem Falle, dass der Magnet an seinem Orte ist, durch X, Y, Z und in dem Falle, dass der Magnet entfernt ist, durch X_0, Y_0, Z_0 , so hat man also die Gleichung

$$\delta W = \int d\tau_e ((X - X_0) \xi + (Y - Y_0) \eta + (Z - Z_0) \zeta);$$

bringt man δW auf die Form

$$\delta W = - \int d\tau_e (A\xi + B\eta + C\zeta),$$

so sind daher $A d\tau_e, B d\tau_e, C d\tau_e$ die inneren Kräfte, welche auf das Element $d\tau_e$ mehr wirken, wenn der Magnet anwesend ist, als wenn er fehlt, es sind die magnetischen Kräfte, welche auf das Eisenelement ausgeübt werden.

Um hiernach A, B, C zu berechnen, muss man den Werth ermitteln, den W nach Eintritt der Verschiebungen ξ, η, ζ besitzt; dabei darf man wegen der Eigenschaft von W , die im §. 1 bewiesen ist, statt des wahren Werthes von ϕ wiederum einen nehmen, der von diesem um unendlich Kleines verschieden ist. Es kann und soll für jeden Punkt des Raumes der Werth von ϕ angenommen werden, der

hier galt, bevor die Verschiebungen stattfanden. Es wird dann δW gleich der Vergrößerung, die

$$- \int G d\tau_e$$

dadurch erfährt, dass k, k', k'' und u, v, w in jedem Raumelemente des Eisens bei den Verschiebungen sich ändern. In dem Punkte des Raumes (x, y, z) befindet sich nach den Verschiebungen der materielle Punkt, der vor denselben am Orte $(x - \xi, y - \eta, z - \zeta)$ sich befand; es haben dort k, k', k'' also die Zunahmen

$$\begin{aligned} & -\frac{\partial k}{\partial x} \xi - \frac{\partial k}{\partial y} \eta - \frac{\partial k}{\partial z} \zeta \\ & -\frac{\partial k'}{\partial x} \xi - \frac{\partial k'}{\partial y} \eta - \frac{\partial k'}{\partial z} \zeta \\ & -\frac{\partial k''}{\partial x} \xi - \frac{\partial k''}{\partial y} \eta - \frac{\partial k''}{\partial z} \zeta \end{aligned}$$

erhalten; die Verschiebungen, die derselbe materielle Punkt erfahren hat, während das Eisen aus demjenigen Zustande, in dem keine Dilationen vorhanden waren, in den Zustand überging, in dem es nach den Verschiebungen ξ, η, ζ sich befindet, sind $u + \xi, v + \eta, w + \zeta$, d. h. ξ, η, ζ sind die Vergrößerungen, die u, v, w in Folge der Verschiebungen ξ, η, ζ erlitten haben. Es hat hiernach keine Schwierigkeit durch Gleichsetzung der Coefficienten von ξ, η, ζ in δW und in dem Integrale, durch welches A, B, C eingeführt sind, Ausdrücke für diese Kräfte zu bilden. Dieselben werden wesentlich vereinfacht, wenn man benutzt, dass u, v, w unendlich klein sind, annimmt, dass k' und k'' endlich wie k sind, und nur Endliches berücksichtigt. Da an der Oberfläche des Eisens k' und $k'' = 0$ sind, so erhält man dann

$$\begin{aligned} A = & -\frac{1}{2} \frac{\partial k}{\partial x} \left(\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right) + \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial x} k' \left(\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right) \\ & + \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial x} k'' \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial y} k'' \frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial \phi}{\partial y} + \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial z} k'' \frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial \phi}{\partial z} \end{aligned}$$

und ähnliche Ausdrücke für B und C .

Es lassen sich diese Ausdrücke auf die folgende Weise umformen. Die Differentialgleichung, der ϕ im Eisen genügt, ist, wenn man auch in ihr unendlich Kleines gegen Endliches vernachlässigt,

$$\frac{\partial}{\partial x} (1 + 4\pi k) \frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} (1 + 4\pi k) \frac{\partial \phi}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} (1 + 4\pi k) \frac{\partial \phi}{\partial z} = 0;$$

multipliziert man sie mit $\frac{\partial \phi}{\partial x}$ und formt das Resultat um, so erhält man

$$\frac{\partial k}{\partial x} \left(\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{4\pi} + k \right) \left(\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right) \\ - 2 \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{4\pi} + k \right) \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{4\pi} + k \right) \frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial \phi}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{4\pi} + k \right) \frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial \phi}{\partial z} \right\}.$$

Mit Hülfe dieser Gleichung und der beiden ähnlichen, die sich ihr an die Seite setzen lassen, erhält man

$$A = - \frac{\partial A_x}{\partial x} - \frac{\partial A_y}{\partial y} - \frac{\partial A_z}{\partial z} \\ B = - \frac{\partial B_x}{\partial x} - \frac{\partial B_y}{\partial y} - \frac{\partial B_z}{\partial z} \\ C = - \frac{\partial C_x}{\partial x} - \frac{\partial C_y}{\partial y} - \frac{\partial C_z}{\partial z},$$

wenn

$$A_x = - \left(\frac{1}{4\pi} + k + \frac{k''}{2} \right) \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4\pi} + k - k' \right) \left(\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right) \\ B_y = - \left(\frac{1}{4\pi} + k + \frac{k''}{2} \right) \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4\pi} + k - k' \right) \left(\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right) \\ C_z = - \left(\frac{1}{4\pi} + k + \frac{k''}{2} \right) \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4\pi} + k - k' \right) \left(\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right) \\ B_z = C_y = - \left(\frac{1}{4\pi} + k + \frac{k''}{2} \right) \frac{\partial \phi}{\partial y} \frac{\partial \phi}{\partial z} \\ C_x = A_z = - \left(\frac{1}{4\pi} + k + \frac{k''}{2} \right) \frac{\partial \phi}{\partial z} \frac{\partial \phi}{\partial x} \\ A_y = B_x = - \left(\frac{1}{4\pi} + k + \frac{k''}{2} \right) \frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial \phi}{\partial y}.$$

Daraus geht hervor, dass die Kräfte A, B, C sich ersetzen lassen durch die Druckkräfte A_x, A_y, B_z, \dots , wo A_y z. B. die x -Componente des auf die Flächeneinheit bezogenen Druckes bedeutet, die in einem auf der y -Axe senkrechten Flächenelement auf die Masse auf derjenigen Seite des Elementes wirkt, nach welcher die y -Ordinaten wachsen.

Die Druckcomponenten A_x, A_y, \dots können auch auf die Punkte des Luftraumes, in dem $k, k', k'' = 0$ sind, bezogen werden und haben auch hier von Null verschiedene Werthe, während die Kräfte A, B, C im Luftraume verschwinden.

Die hier entwickelten Ausdrücke gehen, abgesehen von einer Verschiedenheit der Bezeichnung, in die von Hrn. von HELMHOLTZ gefundenen über, wenn man $k'' = 0$ setzt.

So lange wurde der Übergang des Eisens in die umgebende Luft als ein allmählicher vorausgesetzt; es soll nun die Annahme einge-

führt werden, dass dieser Übergang in einer unendlich dünnen Schicht sich vollzieht, und dass innerhalb des Eisens k, k', k'' constant sind. In Folge des letzteren Umstandes findet man

$$A = + \frac{1}{2} \left(k' + \frac{k''}{2} \right) \frac{\partial}{\partial x} \left(\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right)$$

mit zwei ähnlichen Ausdrücken für B und C . Zu diesen Kräften, welche auf das Innere des Eisens wirken, kommen aber noch solche hinzu, die auf die Elemente seiner Oberfläche ausgeübt werden. Ihre Componenten, bezogen auf die Flächeneinheit, seien A, B, C . Um diese zu finden, behalte man die eingeführten Zeichen in Bezug auf das Eisen bei, bezeichne die entsprechenden, auf die Luft bezogenen Grössen durch mit einem Strich versehene Buchstaben; man nenne ferner n eine nach dem Innern des Eisens gerichtete Normale seiner Oberfläche. Aus der Differentialgleichung, der bei stetiger Veränderlichkeit von k die Function ϕ genügt, folgt dann, dass, bei der nun gemachten Annahme, an der Oberfläche des Eisens

$$(1 + 4\pi k) \frac{\partial \phi}{\partial n} = \frac{\partial \phi'}{\partial n} \text{ und } \phi = \phi'$$

ist, woraus sich weiter ergibt

$$\begin{aligned} \frac{\partial \phi'}{\partial x} &= \frac{\partial \phi}{\partial x} + 4\pi k \frac{\partial \phi}{\partial n} \cos(nx) \\ \frac{\partial \phi'}{\partial y} &= \frac{\partial \phi}{\partial y} + 4\pi k \frac{\partial \phi}{\partial n} \cos(ny) \\ \frac{\partial \phi'}{\partial z} &= \frac{\partial \phi}{\partial z} + 4\pi k \frac{\partial \phi}{\partial n} \cos(nz). \end{aligned}$$

Ferner hat man

$$\begin{aligned} \bar{A} &= A'_n - A_n \\ A_n &= A_x \cos(nx) + A_y \cos(ny) + A_z \cos(nz) \\ A'_n &= A'_x \cos(nx) + A'_y \cos(ny) + A'_z \cos(nz) \\ A'_x &= -\frac{1}{4\pi} \left(\frac{\partial \phi'}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{8\pi} \left(\left(\frac{\partial \phi'}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi'}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi'}{\partial z} \right)^2 \right) \\ A'_y &= -\frac{1}{4\pi} \frac{\partial \phi'}{\partial x} \frac{\partial \phi'}{\partial y}, \quad A'_z = -\frac{1}{4\pi} \frac{\partial \phi'}{\partial x} \frac{\partial \phi'}{\partial z}. \end{aligned}$$

Daraus findet man

$$A = 2\pi k^2 \left(\frac{\partial \phi}{\partial n} \right)^2 \cos(nx) - \frac{k-k'}{2} \left(\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right) \cos(nx) + \frac{k''}{2} \frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial \phi}{\partial n}$$

und zwei ähnliche Ausdrücke für B und C .

Es sind diese Ausdrücke durch die Discussion eines Processes gewonnen, der nicht immer ausführbar ist. Es sollte der Magnet in die Unendlichkeit geführt werden, ohne dass dabei das Eisen eine Änderung der Gestalt oder Lage erlitte: das ist nicht möglich, z. B. wenn das Eisen ein Hohlkörper ist, in dessen Höhlung der Magnet sich befindet. Aber auch in solchen Fällen werden die für A, B, C und $\bar{A}, \bar{B}, \bar{C}$ aufgestellten Ausdrücke gelten, da es in Bezug auf die Kräfte, die auf ein Element des Eisens ausgeübt werden, gleichgültig sein muss, wie die magnetischen Flüssigkeiten, welche gewisse Werthe des Gesamtpotentials ϕ in seinen Punkten hervorbringen, soweit sie in endlicher Entfernung von dem Elemente liegen, vertheilt sind.

Die in Bezug auf einen Eisenkörper angestellten Betrachtungen lassen sich auf ein Diëlektricum übertragen, wenn dieses an Stelle des Eisens und ein elektrisirter Nichtleiter an Stelle des Magnets gesetzt wird. Der Nichtleiter kann aber auch durch Leiter ersetzt werden, da es für die Kräfte, die auf ein Element des Diëlektricums wirken, gleichgültig ist, ob die elektrischen Flüssigkeiten, von denen diese Kräfte herrühren, soweit sie in endlicher Entfernung von dem Elemente liegen, in ihren Trägern beweglich sind, oder nicht.

Nun ist es leicht, die Differentialgleichungen für die Formänderungen aufzustellen, die ein fester elastischer Körper erfährt, wenn er magnetisch oder diëlektrisch polarisirt wird. Man bezeichne in üblicher Weise durch X_x, X_y, \dots die Componenten der durch die Verschiebungen u, v, w hervorgerufenen elastischen Drucke, durch X, Y, Z und $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$ die Componenten der auf die Volumeneinheit bezogenen Kräfte und der auf die Flächeneinheit bezogenen Druckkräfte, welche auf das Innere und auf die Oberfläche des Körpers ausgeübt werden und von anderen Ursachen, als der Elasticität und der Polarisirung desselben herrühren; man hat dann für jeden Punkt im Innern des Körpers

$$\frac{\partial X_x}{\partial x} + \frac{\partial X_y}{\partial y} + \frac{\partial X_z}{\partial z} = X + A$$

$$\frac{\partial Y_x}{\partial x} + \frac{\partial Y_y}{\partial y} + \frac{\partial Y_z}{\partial z} = Y + B$$

$$\frac{\partial Z_x}{\partial x} + \frac{\partial Z_y}{\partial y} + \frac{\partial Z_z}{\partial z} = Z + C$$

und für jedes Element der Oberfläche, wenn n die nach dem Innern des Körpers gerichtete Normale desselben bedeutet,

$$X_n = \bar{X} + A, \quad Y_n = \bar{Y} + B, \quad Z_n = \bar{Z} + C.$$

Dabei ist allgemein, wenn n eine beliebige Richtung bezeichnet,

$$X_n = X_x \cos(nx) + X_y \cos(ny) + X_z \cos(nz)$$

$$Y_n = Y_x \cos(nx) + Y_y \cos(ny) + Y_z \cos(nz)$$

$$Z_n = Z_x \cos(nx) + Z_y \cos(ny) + Z_z \cos(nz)$$

und

$$\begin{aligned} X_x &= -2K \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \Theta \sigma \right) & Y_z = Z_y &= -K \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) \\ Y_y &= -2K \left(\frac{\partial v}{\partial y} + \Theta \sigma \right) & Z_x = X_z &= -K \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) \\ Z_z &= -2K \left(\frac{\partial w}{\partial z} + \Theta \sigma \right) & X_y = Y_x &= -K \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right), \end{aligned}$$

wo

$$\sigma = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$$

und K und Θ die beiden Constanten der Elasticität sind.

3.

Es möge eine Betrachtung hier erwähnt werden, durch die man glauben könnte ebenfalls zur Kenntniss der A , B , C genannten Kräfte zu gelangen, die aber nicht zu diesem Ziele führt.

Man stelle sich einen durch eine geschlossene Fläche begrenzten Theil des magnetisch oder dielektrisch polarisirten Körpers vor und berechne die Summe der x -Componenten der Kräfte, welche auf diesen Theil von allen ausserhalb desselben befindlichen magnetischen oder elektrischen Flüssigkeiten ausgeübt werden. Die in ihm enthaltenen Flüssigkeiten können dabei ersetzt werden durch eine Schicht an seiner Oberfläche, in der auf das Flächenelement ds die Flüssigkeitsmenge

$$k \frac{\partial \phi}{\partial n} ds$$

kommt, wenn n die nach seinem Innern gerichtete Normale von ds bedeutet. Die auf diese Schicht wirkenden Kräfte lassen sich aus zwei Theilen zusammensetzen. Für den ersten Theil ist ϕ das auf einen Pol von der Flüssigkeitsmenge 1 bezogene Potential. Der zweite Theil rührt her von einer Flüssigkeitsschicht, die an der Fläche, deren Element ds genannt worden ist, ausserhalb derselben sich befindet und im Elemente ds die Dichtigkeit

$$-k \frac{\partial \phi}{\partial n}$$

besitzt. Es sei U das Potential dieser Schicht in Bezug auf einen

Punkt, dessen Entfernung von dem Elemente ds durch r bezeichnet werden möge, so dass

$$U = -k \int ds \frac{\partial \phi}{r \partial n}$$

ist, und U_i sei der Werth von U in Bezug auf einen inneren, U_a der in Bezug auf einen äusseren Punkt. Der erste Theil der gesuchten Summe der x -Componenten ist dann

$$-k \int ds \frac{\partial \phi}{\partial n} \frac{\partial \phi}{\partial x}$$

und der zweite

$$-k \int ds \frac{\partial \phi}{\partial n} \frac{\partial U_i}{\partial x}.$$

Dieser zweite Theil lässt sich aber auch noch auf andere Weise ausdrücken. Er ist nämlich gleich der negativ genommenen Summe der x -Componenten derjenigen Kräfte, welche die innere von den beiden betrachteten Schichten auf die äussere ausübt; d. h. er ist

$$= k \int ds \frac{\partial \phi}{\partial n} \frac{\partial U_a}{\partial x},$$

also auch

$$= \frac{k}{2} \int ds \frac{\partial \phi}{\partial n} \left(\frac{\partial U_a}{\partial x} - \frac{\partial U_i}{\partial x} \right)$$

oder

$$= -2\pi k^2 \int ds \left(\frac{\partial \phi}{\partial n} \right)^2 \cos(nx).$$

Man kann hiernach die Summen der Componenten nach den Coordinatenaxen der Kräfte, welche auf die Flüssigkeiten in dem abgegrenzten Theile des Körpers von allen ausserhalb desselben befindlichen Flüssigkeiten ausgeübt werden, berechnen, indem man annimmt, dass auf jedes Element seiner Oberfläche ein Druck wirkt, dessen Componenten, bezogen auf die Flächeneinheit, sind

$$X_n = -k \frac{\partial \phi}{\partial n} \frac{\partial \phi}{\partial x} - 2\pi k^2 \left(\frac{\partial \phi}{\partial n} \right)^2 \cos(nx)$$

$$Y_n = -k \frac{\partial \phi}{\partial n} \frac{\partial \phi}{\partial y} - 2\pi k^2 \left(\frac{\partial \phi}{\partial n} \right)^2 \cos(ny)$$

$$Z_n = -k \frac{\partial \phi}{\partial n} \frac{\partial \phi}{\partial z} - 2\pi k^2 \left(\frac{\partial \phi}{\partial n} \right)^2 \cos(nz).$$

Eine nahe liegende Hypothese ist nun die, dass hierdurch erschöpfend die magnetischen oder elektrischen Kräfte angegeben sind, die auf den gedachten Theil des Körpers wirken. Wäre das richtig, so würde man jene Kräfte A , B , C finden, indem man mit Hülfe dieser Ausdrücke für ein Raumelement des Körpers die Componenten-

summen ermittelte und durch die Grösse des Raumelementes dividirte; es müssten die Quotienten von Gestalt und Grösse des Raumelementes unabhängig sich ergeben. Das ist nun aber nicht der Fall; ja im Allgemeinen finden sich die Componentensummen nicht als von der Grössenordnung des Raumelements, sondern als von der seiner Oberfläche. Man sieht das leicht ein, indem man als Raumelement ein Tetraeder wählt, bei dem drei Kanten den Coordinatenaxen parallel sind, und sich überzeugt, dass die Gleichung

$$X_n = X_x \cos(nx) + X_y \cos(ny) + X_z \cos(nz)$$

nicht erfüllt wird. Es ist daraus zu schliessen, dass ausser den durch die Fernwirkung der Flüssigkeiten unmittelbar hervorgerufenen Drucken X_n , Y_n , Z_n auf die Oberfläche des abgegrenzten Theiles in Folge der Polarisirung noch andere Drucke wirken. Es fallen diese fort, wenn der Theil von seiner Umgebung durch eine unendlich dünne Luftschicht getrennt ist; sie müssen aber vorhanden sein, wenn die Continuität des Körpers erhalten ist, weil sonst ein Gleichgewicht gar nicht stattfinden könnte.

Hr. BOLTZMANN hat in seiner Abhandlung »Zur Theorie der sogenannten elektrischen Ausdehnung oder Elektrostriction II.«¹ allgemeine Gleichungen aufgestellt, welche für die Deformation eines beliebigen festen elastischen Körpers durch Magnetisirung oder Dielektrisirung gelten sollen. Den Betrachtungen, durch welche er dieselben ableitet, liegt aber die eben besprochene Hypothese zu Grunde, deren innerer Widerspruch bei dem Wege, den Hr. BOLTZMANN eingeschlagen hat, nicht hervortritt. Aus den Gesetzen der magnetischen oder elektrischen Kräfte und Induction entwickelt er nämlich die Werthe von X_n , Y_n , Z_n nur für die Fälle, dass n mit der Normale der Fläche $\phi = \text{const.}$ zusammenfällt oder senkrecht darauf ist, und berechnet aus diesen die allgemeinen Werthe von X_n , Y_n , Z_n durch die Gleichung $X_n = X_x \cos nx + X_y \cos ny + X_z \cos nz$ und die beiden entsprechenden Gleichungen.

4.

Es sollen nun die im §. 2 aufgestellten Gleichungen auf den Fall eines Kugelcondensators angewendet werden, der auch von Hrn. BOLTZMANN² und Hrn. KORTEWEG³ behandelt ist.

¹ Sitzungsberichte der K. Akad. d. Wiss. zu Wien 2. Dec. 1880.

² Sitzungsberichte der K. Akad. d. Wiss. zu Wien 4. Nov. 1880 und 2. Dec. 1880.

³ WIED. ANN. Bd. 9. pag. 48.

Bezieht man die Zeichen X, Y, Z, X, Y, Z auf alle Kräfte und Druckkräfte, die auf die Theile und die Oberfläche des zu betrachtenden Körpers neben den durch die Elasticität hervorgerufenen ausgeübt werden, so sind die Differentialgleichungen für die Verrückungen u, v, w

$$\begin{aligned}-\frac{1}{K}X &= \Delta u + (1 + 2\Theta) \frac{\partial \sigma}{\partial x} \\ -\frac{1}{K}Y &= \Delta v + (1 + 2\Theta) \frac{\partial \sigma}{\partial y} \\ -\frac{1}{K}Z &= \Delta w + (1 + 2\Theta) \frac{\partial \sigma}{\partial z}.\end{aligned}$$

Der Körper soll nun eine Glasmasse sein, die durch zwei concentrische Kugelflächen begrenzt ist, und deren Punkte Verrückungen in den Richtungen ihrer Radien erlitten haben. Der Anfangspunkt der Coordinaten sei der Mittelpunkt,

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

und φ die Grösse der Verrückung, die nur von r abhängig sein soll, positiv gerechnet in der Richtung in der r wächst. Es ist dann

$$u = \rho \frac{x}{r}, \quad v = \rho \frac{y}{r}, \quad w = \rho \frac{z}{r},$$

also

$$u dx + v dy + w dz = \rho dr,$$

woraus folgt, dass u, v, w die partiellen Differentialquotienten nach x, y, z einer Function von r sind. Es werde diese U genannt; dann ist

$$\sigma = \Delta U = \frac{d^2 U}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dU}{dr}$$

oder

$$\sigma = \frac{d\rho}{dr} + 2 \frac{\rho}{r} = \frac{1}{r^2} \frac{d(r^2 \rho)}{dr}.$$

Die Kräfte X, Y, Z sollen den Gleichungen genügen

$$X = R \frac{x}{r}, \quad Y = R \frac{y}{r}, \quad Z = R \frac{z}{r},$$

wo R eine Function von r ist; da dann

$$X dx + Y dy + Z dz = R dr,$$

so sind auch X, Y, Z die partiellen Differentialquotienten nach x, y, z einer Function von r ; nennt man diese P , führt P und U in die Differentialgleichungen für u, v, w ein, multiplicirt dieselben mit dx, dy, dz , addirt und integrirt dann, so erhält man

$$-\frac{1}{K}P = \Delta U + (1 + 2\Theta)\sigma \text{ d. h. } = 2(1 + \Theta)\sigma,$$

oder

$$\sigma = -\frac{1}{2K(1 + \Theta)}\left(a + \int_{r_1}^r R dr\right),$$

wo r_1 den Radius der inneren Oberfläche des Glaskörpers, a eine willkürliche Constante bezeichnen soll. Daraus folgt dann weiter

$$z = -\frac{1}{2K(1 + \Theta)}\left(\frac{a}{3}r + \frac{b}{r^2} + \frac{1}{r^2}\int_{r_1}^r r^2 dr \int_{r_1}^r R dr\right).$$

wo b eine zweite Constante ist.

Betrachtet man Punkte, für die $y=0$, $z=0$ und x positiv ist, so ist für diese $x=r$, $u=z$, $X_r=R_r$; daraus folgt

$$R_r = -2K\left(\frac{d\sigma}{dr} + \Theta\sigma\right) \text{ oder } = 2K\left(2\frac{\sigma}{r} - (1 + \Theta)\sigma\right),$$

und daher

$$R_r = \frac{1 + 3\Theta}{3(1 + \Theta)}a - \frac{2}{1 + \Theta}\frac{b}{r^3} + \int_{r_1}^r R dr - \frac{2}{1 + \Theta}\frac{1}{r^3}\int_{r_1}^r r^2 dr \int_{r_1}^r R dr.$$

Bezeichnet r_2 den Radius der äusseren Oberfläche des Glases, ist

$$\begin{aligned} \text{für } r = r_1 \quad R_r &= R_1 \\ \text{für } r = r_2 \quad R_r &= -R_2 \end{aligned}$$

und sind R_1 und R_2 gegeben, so hat man in dieser Gleichung $r=r_1$ und $r=r_2$ zu setzen, um die Gleichungen zu finden, aus denen a und b zu bestimmen sind.

Nun sei der Glaskörper mit zwei leitenden Belegungen versehen, die man sich als von ihm durch unendlich dünne Luftschichten getrennt vorstellen möge. In der inneren Belegung sei das Potential $=\phi_0$, in der äusseren $=0$; im Glase ist dann

$$\phi = \phi_0 \frac{\frac{1}{r} - \frac{1}{r_2}}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}.$$

Nach dem im §. 2 für A aufgestellten Ausdruck ist ferner

$$R = \left(\frac{k'}{2} + \frac{k''}{4}\right) \frac{d}{dr} \left(\frac{d\phi}{dr}\right)^2,$$

also, wenn man

$$c = \frac{\phi_0}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}$$

setzt.

$$R = -(2k' + k'') \frac{r^2}{r_2^2}.$$

Wären die Glasflächen von den Belegungen insofern frei, als Druckkräfte, die auf diese ausgeübt werden, sich auf jene nicht übertragen, so wäre nach dem für A aufgestellten Ausdruck

$$\bar{R}_1 = - \left(2\pi k^2 + \frac{k - k' - k''}{2} \right) \left(\frac{d\phi}{dr} \right)^2 \text{ für } r = r_1$$

und
$$\bar{R}_2 = \left(2\pi k^2 + \frac{k - k' - k''}{2} \right) \left(\frac{d\phi}{dr} \right)^2 \text{ für } r = r_2.$$

Nun soll aber angenommen werden, dass im Gegentheil Drucke, die auf die Belegungen wirken, sich ohne Änderung auf die Glasflächen übertragen: die Werthe von R_1 und \bar{R}_2 sind dann um gewisse Glieder zu vergrössern.

Die innere Fläche der inneren Belegung enthält keine Elektrizität; die elektrische Dichtigkeit der äusseren Fläche derselben Belegung ist

$$-\frac{1}{4\pi} \frac{d\phi'}{dr},$$

wenn das Zeichen ϕ' sich auf die Luftschicht bezieht, die die Belegung von dem Glase trennt: die Kraft, die auf die Einheit der Elektrizitätsmenge in einem Flächenelemente hier in der Richtung von r wirkt und herrührt von aller vorhandenen Elektrizität mit Ausnahme derjenigen, die auf dem Flächenelemente sich befindet, ist

$$-\frac{1}{2} \frac{d\phi'}{dr}.$$

Hiernach ist der Werth von R_1 zu vergrössern um

$$\frac{1}{8\pi} \left(\frac{d\phi'}{dr} \right)^2 \text{ d. h. um } \frac{(1 + 4\pi k)^2}{8\pi} \left(\frac{d\phi}{dr} \right)^2.$$

Die Dichtigkeit der Elektrizität in der äusseren Fläche der äusseren Belegung ist $= 0$, in der inneren Fläche derselben

$$= \frac{1}{4\pi} \frac{d\phi'}{dr};$$

daher ist dem Werthe von \bar{R}_2 hinzuzufügen

$$-\frac{(1 + 4\pi k)^2}{8\pi} \left(\frac{d\phi}{dr} \right)^2.$$

Setzt man noch für $\frac{d\phi}{dr}$ seine Werthe, so ergibt sich daher

$$\bar{R}_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4\pi} + k + k' + k'' \right) \frac{c^2}{r_1^4}$$

$$\bar{R}_2 = -\frac{1}{2} \left(\frac{1}{4\pi} + k + k' + k'' \right) \frac{c^2}{r_2^4}.$$

Es können jetzt die Constanten a und b berechnet werden. Um diese Berechnung zu erleichtern, möge die Annahme gemacht werden, dass die Dicke der Glaswand, $r_2 - r_1$, unendlich klein gegen die Radien r_1 und r_2 ist. Es ergibt sich dann

$$\frac{2(1+3\Theta)}{1+\Theta} r_1^4 a = - \left(\frac{1}{4\pi} + k - 3k' - k'' \right) c^2$$

$$\frac{3}{1+\Theta} r_1 b = - \left(\frac{1}{4\pi} + k + \frac{k''}{2} \right) c^2.$$

Von besonderem Interesse ist die Kenntniss der Vergrösserung, welche der Radius r_1 erfahren hat. Wird diese ρ_1 genannt, so ist

$$\rho_1 = - \frac{1}{2K(1+\Theta)} \left(\frac{a}{3} r_1 + \frac{b}{r_1^2} \right).$$

Führt man statt der Grösse K den Elasticitätscoefficienten des Glases E durch die Gleichung

$$E = 2K \frac{1+3\Theta}{1+2\Theta}$$

ein, so findet man hiernach

$$\rho_1 = \frac{1}{2E} \frac{c_1^2}{r_1^3} \left(\frac{1}{4\pi} + k - \frac{k' - k''\Theta}{1+2\Theta} \right).$$

Diese Gleichung stimmt überein mit einer, die Hr. KORTEWEG in der oben citirten Arbeit durch Betrachtungen abgeleitet hat, die den hier durchgeführten im Wesentlichen ähnlich, wenn auch in ein anderes Gewand gekleidet, und von geringerer Allgemeinheit sind. Statt der Grössen k, k', k'' , die hier vorkommen, hat er 3 andere k, x_1, x_2 eingeführt, die mit diesen in den Relationen stehen

$$k = 1 + 4\pi k$$

$$x_1 = 4\pi (k' + k'')$$

$$x_2 = 4\pi k'.$$

1884.

XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

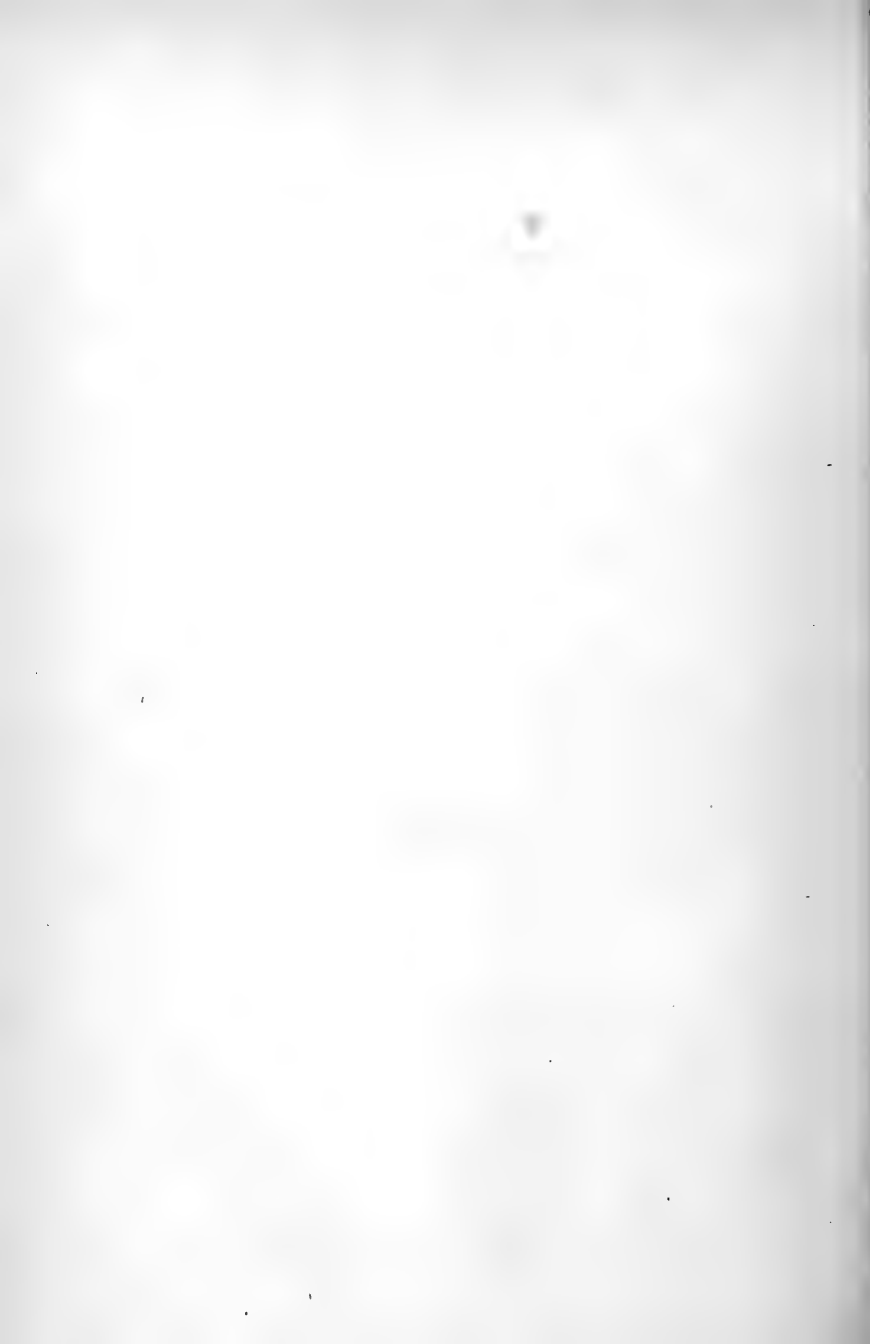
6. März. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

1. Hr. von HELMHOLTZ legte vor Studien zur Statik monocyclischer Systeme. Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Hr. VIRCHOW zeigt eine Reihe von Schmuckgegenständen aus reinem Antimon, welche in einem Gräberfelde des Antikaukasus (Redkin-Lager in der Schlucht der Akstafä) zu Tage gekommen sind. Soweit bekannt, ist dies der erste antike Fund, in welchem reines Antimon verwandt worden ist.

3. Durch Verfügungen des vorgeordneten Ministeriums vom 4. März wurden folgende von der physikalisch-mathematischen Classe beschlossene Geldbewilligungen bestätigt: von 2000 Mark Hrn. WEIERSTRASS für die Fortsetzung der Herausgabe der JACOBI'schen Werke; von 1000 Mark Hrn. Dr. BERTHOLD in Göttingen zur Fortsetzung seiner Studien über marine Algen und Protoplasmen in der zoologischen Station in Neapel; von 1200 Mark Hrn. Prof. VOIGT in Göttingen zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über die physikalischen Constanten der Metalle.



Studien zur Statik monocyclischer Systeme.

Von H. VON HELMHOLTZ.

Ich verstehe unter monocyclischen Systemen solche mechanische Systeme, in deren Innerem eine oder mehrere stationäre, in sich zurücklaufende Bewegungen vorkommen, die aber, wenn es mehrere sind, in ihrer Geschwindigkeit nur von einem Parameter abhängen. Ich setze ferner voraus, dass zwischen den einzelnen Körpern, welche das System bilden, nur conservative Kräfte wirken, beziehlich feste Verbindungen bestehen, während die äusseren Kräfte, welche noch hinzukommen, nicht nothwendig conservativ zu sein brauchen. Ich bezeichne die Aufgaben, die ich behandeln will, als statische, insofern vorausgesetzt wird, dass die Änderungen, welche im Zustande des Systems erfolgen, mit so geringer Geschwindigkeit vor sich gehen, dass das System sich während solcher Änderungen niemals merklich von solchen Zuständen entfernt, in denen es dauernd verweilen könnte.

Das Hauptinteresse solcher Untersuchungen liegt darin, dass auch die Wärmebewegung, wenigstens in ihren nach aussen hin beobachtbaren Wirkungen, die wesentlichen Eigenthümlichkeiten eines monocyclischen Systems zeigt, und dass auch die beschränkte Verwandlungsfähigkeit der Arbeitsäquivalente, die in die Form von Wärme übergegangen sind, denen der monocyclischen Systeme unter gewissen Bedingungen zukommt. Zwar ist die Wärmebewegung nicht im strengen Sinne monocyclisch. Jedes einzelne Atom wechselt wahrscheinlich in der Art seiner Bewegung, und erst dadurch, dass in einer ungeheuer grossen Anzahl von Atomen fortdauernd alle möglichen Stadien der Bewegung repräsentirt sind, wenn auch jedes einzelne Stadium bald von diesem bald von jenem Atome ausgeführt wird, tritt der mechanische Charakter einer monocyclischen Bewegung ein. In den theoretischen Untersuchungen über Wärmebewegung, so weit solche bisher durchführbar waren, müssen wir fortdauernd mit Durchschnittswerthen der in der Zeit für dasselbe Theilchen auf einander folgenden Werthe rechnen. Diejenigen Gesetze der Bewegung, welche trotz des Schwankens der Einzelwerthe, sich hierbei nachweisen lassen, können dadurch nicht ungültig werden, dass der Durchschnittswerth bei den monocyclischen

Systemen aus lauter gleichen Einzelwerthen zu nehmen ist. In diesem Sinne schliesse ich die vorzulegenden Studien an die Theorie der Wärme an.

§. 1.

Recapitulation der Gesetze der Wärme.

Wir setzen voraus, dass wir den Zustand eines in allen seinen Theilen gleich temperirten Körpers oder Systems von Körpern vollständig charakterisiren können durch die absolute Temperatur \mathfrak{S} und durch eine gewisse Zahl von Parametern p_a , welche so gewählt sind, dass Änderung der Temperatur ohne Änderung der Grössen p_a die Einnahme oder Ausgabe keiner anderen Arbeitsform als eines Quantum Wärme nach aussen hin bedingt. Es werden in diesem Falle die Parameter p_a Raumabmessungen, im weiteren Sinne genommen, sein müssen. Unter ihnen kommt sehr gewöhnlich das Volumen des Ganzen oder einzelner Theile vor, aber sie können auch angeben, wie viel von einer besonderen Substanz oder wie viel Elektrizität in einem bestimmten Raume zu finden sei.

Die frei verwandelbare, also nicht in Wärme übergeführte Arbeit, welche das betrachtete System nach aussen hin abgiebt, wenn der Parameter p_a in den Werth $(p_a + dp_a)$ übergeht, bezeichne ich mit $P_a \cdot dp_a$. Die Grösse P_a ist also das Kraftmoment der innern Kräfte, welches auf Vergrösserung des Parameters p_a hinwirkt. Es wäre, wie mir scheint, nichts dagegen einzuwenden, dass man P_a als Kraft in Richtung von p_a bezeichnede, wie dies schon in vielen Beispielen der Anwendung geschehen ist. Jede der Grössen P_a ist im Allgemeinen Function des \mathfrak{S} und der sämtlichen p_a . Wie die den einzelnen P_a das Gleichgewicht haltenden Componenten gegebener äusserer Kräfte zu finden und zu sondern sind, ist in den Lehrbüchern genügend behandelt.

Wir bezeichnen ferner mit U die gesammte innere Energie des Systems und mit S seine Entropie. Beide Grössen sind ebenfalls Functionen von \mathfrak{S} und den p_a . Endlich nennen wir dQ die während einer verschwindend kleinen Änderung der Grössen \mathfrak{S} und p_a in das System eingetretene Wärme, gemessen durch ihr Arbeitsäquivalent. Dann ist bekanntlich

$$\left. \begin{aligned} dQ &= dU + \sum (P_a \cdot dp_a) \dots\dots\dots \\ &= \mathfrak{S} \cdot dS \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} 1.$$

Diese beiden Gleichungen sind bekanntlich die Grundlage der mechanischen Wärmetheorie. Aus ihnen folgt in bekannter Weise, dass

von der Wärme dQ_1 , die bei der Temperatur \mathfrak{T}_1 des Körpers in ihn eintritt, immer nur ein Theil in frei verwandelbare Arbeit übergeführt werden kann. Wenn so viel Wärme dQ_0 in der Temperatur \mathfrak{T}_0 abgegeben wird, dass schliesslich der ursprüngliche Zustand des Körpers in einem vollkommen reversiblen Processe wieder hergestellt werden kann, ist bekanntlich

$$\frac{dQ_1}{\mathfrak{T}_1} = \frac{dQ_0}{\mathfrak{T}_0}$$

und in andre Arbeit ist verwandelt

$$dQ_1 \cdot \frac{\mathfrak{T}_1 - \mathfrak{T}_0}{\mathfrak{T}_1} = dQ_0 \cdot \frac{\mathfrak{T}_1 - \mathfrak{T}_0}{\mathfrak{T}_0}.$$

Mit Bezug auf das Folgende erlaube ich mir noch folgende Bemerkungen zu machen: Die wesentliche physikalische Bedeutung der Temperatur \mathfrak{T} ist die, dass ihre Gleichheit oder Ungleichheit zwischen zwei Körpern darüber entscheidet, ob Wärme und in welcher Richtung vom einen zum andern übergehen könne. Zwei Körper von gleicher Temperatur, die sich gegenseitig berühren, stören sich gegenseitig nicht in ihrer Wärmebewegung. Sie bilden, so lange vollkommene Ausgleichung der Temperatur zwischen ihnen stattfinden kann, wiederum ein einziges zusammengesetztes Körpersystem, auf welches die Gleichungen 1 angewendet werden können. Unterscheiden wir die Grössen, welche sich auf die einzelnen Theilsysteme beziehen, durch die Indices 1 und 2, so ist für gleichzeitige Änderungen

$$\begin{aligned} dQ_1 &= dU_1 + \Sigma(P_a \cdot dp_a) = \mathfrak{T} \cdot dS_1 \\ dQ_2 &= dU_2 + \Sigma(P_b \cdot dp_b) = \mathfrak{T} \cdot dS_2 \end{aligned}$$

also wenn wir addiren:

$$d(Q_1 + Q_2) = d(U_1 + U_2) + \Sigma(P \cdot dp) = \mathfrak{T} \cdot d(S_1 + S_2).$$

Die Summe der Kraftmomente ist in der letzten Gleichung auf alle Kräfte beider Systeme zu erstrecken; $(U_1 + U_2)$ ist die gesammte Energie des vereinigten Systems, $d(Q_1 + Q_2)$ die gesammte zugeleitete Wärme, und die Gleichung zeigt, dass $(S_1 + S_2)$ die Entropie des vereinigten Systems ist.

Ohne Zuleitung von Wärme, wenn also $dQ = 0$, ist in jedem Einzelsystem auch $dS = 0$, oder S constant für alle reversiblen Processe.

Dies gilt für S_1 und S_2 , so lange die beiden Körper einzeln sind, gilt aber für die Summe $(S_1 + S_2)$ auch wenn sie mit gleicher Temperatur vereinigt werden. Die Summe der Entropiewerthe S kann also weder in der Trennung noch in der Verbindung durch reversible Processe geändert werden.

Dasselbe gilt, wie leicht zu sehen, für beliebig viele Körper, die beliebig getrennt und in gleicher Temperatur verbunden werden können, und diese Folgerung fließt vollständig aus den beiden Gleichungen 1 her.

Die Entscheidung über die Richtung des Wärmeflusses oder aber das Stattfinden von Wärmegleichgewicht würde auch nach der Ungleichheit oder Gleichheit von Werthen einer beliebig gewählten Function der Temperatur entschieden werden können, die deren Werth eindeutig bestimmt. Aus

$$\mathfrak{S}_1 = \mathfrak{S}_2$$

folgt auch

$$f(\mathfrak{S}_1) = f(\mathfrak{S}_2).$$

Die verschiedenen Thermometersealen des Quecksilber-, Alkohol-, Luftthermometers geben bekanntlich solche nach der Art des thermometrischen Körpers verschiedene Functionen von \mathfrak{S} . Aber in die Gleichungen 1 kann keine andere Function von \mathfrak{S} eintreten, als diese selbst, höchstens mit einer willkürlichen Constanten multiplicirt, mit der man dann S zu dividiren hat.

Andererseits, wenn man unter s eine Function von S versteht, so würde man zu setzen haben

$$dQ = \mathfrak{S} \cdot \frac{\partial S}{\partial s} \cdot ds,$$

und wenn man bezeichnet:

$$\mathfrak{S} \cdot \frac{\partial S}{\partial s} = \eta$$

so erhält man

$$dQ = \eta \cdot ds \dots\dots\dots \} 1_a.$$

Das s als Function von S ist, wie dieses, eine Function der p_a und des jetzt aus den Gleichungen verschwundenen \mathfrak{S} . Da η nach seiner obigen Definition eine Function des \mathfrak{S} und der p_a ist, so kann \mathfrak{S} aus η und den p_a bestimmt, und η an Stelle von \mathfrak{S} als unabhängige Variable in die Werthe von U , p_a und s eingeführt werden. Die Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} dQ &= dU + \sum (P_a \cdot dp_a) \dots\dots\dots \\ &= \eta \cdot ds \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} 1_b$$

haben dann genau dieselbe Form, wie die Gleichungen 1, aber es findet der wichtige Unterschied statt, dass η nicht mehr diejenige Grösse ist, deren Gleichheit das Wärmegleichgewicht zwischen zwei Körpern anzeigt. Diese Eigenschaft kommt nur der einen $\eta = \mathfrak{S}$ in der ganzen Reihe der Functionen zu, die durch die Gleichung 1_a gegeben sind.

Endlich ist noch auf den Umstand zu merken, den ich schon in meiner ersten thermodynamischen Abhandlung vom 2. Februar 1882 betont habe. In den Gleichungen 1 kommt als Arbeit keine lebendige

Kraft der Theile des Systems vor, d. h. es ist vorausgesetzt, dass die Änderungen dp_a so langsam erfolgen, dass die lebendigen Kräfte der in geordneter Bewegung begriffenen Massen gegen die übrigen Arbeitsäquivalente verschwinden. Auch ist vorausgesetzt, dass die Änderungen der einzelnen Theile des Systems nicht schnell genug erfolgen, um vollständige Ausgleichung ihrer Temperaturen zu verhindern. Also gelten die Gleichungen 1 nur für Änderungen $d\mathcal{L}$ und dp_a von verschwindender Geschwindigkeit. In diesem Sinne sind die besprochenen Gleichungen der Thermodynamik also auch nur in dem oben erörterten Sinne als Gesetze der Statik thermischer Systeme zu betrachten, und wir haben nur in den Gesetzen der Statik monocyclischer Systeme die Analoga zu suchen. Übrigens sind beide dem Gesetze von den virtuellen Geschwindigkeiten, welches sich auf ganz unbewegte Systeme bezieht, darin gleich, dass auch dieses die bei langsamer Bewegung ausführbaren Arbeitsübertragungen umfasst.

Die Zurückführung der in den Gleichungen 1 vorkommenden Functionen auf die Differentialquotienten einer einzigen Function, wie sie Hr. MASSIE¹ zuerst ausgeführt hat, kann, wie schon Hr. GIBBS² gezeigt hat, auch an der allgemeinen Form 1_b ausgeführt werden, wenn man η und die p_a als unabhängige Variable benutzt. Dann ist zu setzen

$$dU = \frac{\partial U}{\partial \eta} \cdot d\eta + \sum_a \left[\frac{\partial U}{\partial p_a} \cdot dp_a \right]$$

$$ds = \frac{\partial s}{\partial \eta} \cdot d\eta + \sum_a \left[\frac{\partial s}{\partial p_a} \cdot dp_a \right]$$

und es folgt, wenn wir setzen

$$H = U - \eta \cdot s \dots\dots\dots \} 1_c$$

aus den Gleichungen 1_b:

$$\frac{\partial U}{\partial p_a} + P_a = \eta \cdot \frac{\partial s}{\partial p_a}$$

$$\frac{\partial U}{\partial \eta} = \eta \cdot \frac{\partial s}{\partial \eta}$$

oder

$$\left. \begin{aligned} P_a &= \frac{\partial H}{\partial p_a} \dots\dots\dots \\ s &= - \frac{\partial H}{\partial \eta} \dots\dots\dots \\ U &= H - \eta \cdot \frac{\partial H}{\partial \eta} \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} 1_d.$$

¹ Mémoires des Savants étrangers t. XXII. Journal de Physique par d'ALMEIDA t. VI. p. 216.

² Transactions Connecticut Acad. III. p. 108—248; 343—524. SILLIMAN'S Journal 1878. XVI. p. 441—458.

Dies sind die drei Beziehungen, welche ich meinen thermodynamischen Folgerungen in meinen früheren Mittheilungen zu Grunde gelegt hatte, mich beschränkend auf den engeren Fall, wo $\eta = \mathfrak{S}$. Die Function H ist dort mit \mathfrak{H} bezeichnet und freie Energie genannt.

Der Werth des H ist natürlich verschieden je nach der Wahl des η . Denn das in seinem Werthe η vorkommende Product

$$\eta \cdot s = \mathfrak{S} \cdot s \cdot \frac{\partial S}{\partial s}$$

variirt mit der Wahl des s als Function von S . Diese verschiedenen Werthe des H sind also alle in JACOBI'S Sinne Kräftefunctionen für die mechanischen Leistungen des Systems, aber sie entsprechen der unterscheidenden Bedingung, dass ihre besondere Variable η constant sei. Die von mir gebrauchte Kräftefunction ist die isotherme, man kann aber, wie Hr. GIBBS zeigte, auch eine adiabatische u. s. w. bilden; die letztgenannte fällt zusammen mit der Function U .

Nun liegt in dem Umstande, dass wir das Arbeitsäquivalent der Wärmemenge

$$dQ = dU + \sum (P_a \cdot dp_a)$$

in der Form

$$dQ = \eta \cdot ds$$

ausdrücken können, nichts für die hier vorkommenden physikalischen Grössen charakteristisches. Denn diese Umformung kann jedenfalls für jede Art von Abhängigkeit zwischen den Functionen U , P_a und p_a vollzogen werden, wenn nur die P_a mit U und den p_a sich continuirlich ändern. Es muss sich immer das Integral der Gleichung

$$dQ = 0$$

in der Form

$$s = \text{Const.}$$

oder

$$S = f(s) = \text{Const.}$$

bilden lassen, welches das Gesetz der adiabatischen Änderungen ausdrückt. Dann ist für beliebige Änderungen des U und der p_a gleichzeitig:

$$\begin{aligned} 0 &= dU + \sum [P_a \cdot dp_a] \\ 0 &= \frac{\partial S}{\partial U} \cdot dU + \sum \left[\frac{\partial S}{\partial p_a} \cdot dp_a \right], \end{aligned}$$

welche Gleichungen für beliebige Werthe des dU und der dp_a nur dann neben einander bestehen können, wenn

$$\frac{\partial S}{\partial U} = \frac{1}{P_a} \cdot \frac{\partial S}{\partial p_a}.$$

Wenn wir also die erste der Gleichungen 1₀ mit $\frac{\partial s}{\partial U}$ multipliciren, erhalten wir

$$\frac{\partial s}{\partial U} \cdot dQ = ds,$$

und wenn wir η definiren durch die Gleichung

$$\eta \cdot \frac{\partial s}{\partial U} = 1,$$

so ergibt sich

$$dQ = \eta \cdot ds.$$

Das für die physikalischen Eigenthümlichkeiten der Wärmebewegung charakteristische ist also nicht der Umstand, dass der Ausdruck für dQ sich in die letztgenannte Form bringen lässt, sondern liegt allein darin, dass einer unter den möglichen integrierenden Nennern η der Gleichung $dQ = 0$ gleichen Werth haben muss für je zwei Körper, zwischen denen Wärmegleichgewicht besteht.

§. 2.

Die allgemeinen Gleichungen der Mechanik auf entsprechende Form gebracht.

Wir setzen zunächst voraus ein beliebig zusammengesetztes mechanisches System, zwischen dessen einzelnen Theilen nur conservative Kräfte wirken, beziehlich feste Verbindungen bestehen, und dessen augenblickliche Lage durch eine Anzahl allgemeiner Coordinaten p_a (die also nothwendig Abmessungen räumlicher Grössen sein müssen), vollständig bestimmbar ist. Die Momente äusserer Kräfte dagegen, welche nicht conservativ zu sein brauchen, und welche auf Vergrösserung der Coordinaten p_a hinwirken, bezeichnen wir, wie vorher, mit $(-P_a)$, so dass

$$P_a \cdot dp_a$$

die Arbeit ist, welche die inneren Kräfte des Systems in der Überwindung jener äusseren Kraftmomente während der Änderung dp_a ausüben. Wir setzen ferner zur kürzeren Bezeichnung die Differentialquotienten

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_a}{dt} = q_a, \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} 2$$

die potentielle Energie des Systems gleich Φ , die lebendige Kraft gleich L . Die erstere, Φ , ist unter den genannten Bedingungen eine

Function der Coordinaten p_a allein, die zweite, L , eine homogene Function zweiten Grades der Grössen q_a , deren Coefficienten Functionen der p_a sind. Bei der Bildung der partiellen Differentialquotienten von L nach den p_a und den q_a werden diese als unabhängige Variable betrachtet, und die in Gleichung 2 ausgesprochene Beziehung zwischen ihnen nicht berücksichtigt. Aus der angegebenen Beschaffenheit der Function L folgt bekanntlich:

$$2L = \sum_a \left[q_a \cdot \frac{\partial L}{\partial q_a} \right] \dots \dots \dots \left. \right\} 2_a.$$

Unter diesen Umständen sind nach LAGRANGE die Bewegungsgleichungen des Systems von der Form:

$$P_a = - \frac{\partial}{\partial p_a} [\Phi - L] - \frac{d}{dt} \left[\frac{\partial L}{\partial q_a} \right] \dots \dots \dots \left. \right\} 2_b.$$

Wenn wir setzen:

$$\Phi - L = H, \dots \dots \dots \left. \right\} 2_c$$

und bemerken, dass weil Φ von den q_a unabhängig ist

$$\frac{\partial L}{\partial q_a} = - \frac{\partial H}{\partial q_a},$$

so können wir die genannten Bewegungsgleichungen auch schreiben:

$$P_a = - \frac{\partial H}{\partial p_a} + \frac{d}{dt} \left[\frac{\partial H}{\partial q_a} \right] \dots \dots \dots \left. \right\} 2_d.$$

Dann ist die Gesamtenergie:

$$\begin{aligned} U &= \Phi + L \\ &= H - \sum \left[q_a \cdot \frac{\partial H}{\partial q_a} \right] \dots \dots \dots \left. \right\} 2_e. \end{aligned}$$

An diesem allgemeinsten Ausdruck der Bewegungsgleichungen wollen wir nun folgende Beschränkungen einführen:

1. Für eine besondere Gruppe der Coordinaten, die wir durch den Index b unterscheiden wollen, und die wir als schnell veränderlich betrachten, nehmen wir an, dass die ihrer Veränderung entsprechende Art der Bewegung eine in sich zurücklaufende sei, und dass sich während dieser Bewegung weder Φ noch L merklich ändern, so dass also beide Grössen zwar von den q_b , aber nicht von den p_b abhängig seien. Unter dieser Voraussetzung wird Gleichung 2_a

$$P_b = + \frac{d}{dt} \left[\frac{\partial H}{\partial q_b} \right] \dots \dots \dots \left. \right\} 3.$$

Wenn wir diese Gleichung mit $q_b \cdot dt$ auf beiden Seiten multiplizieren und setzen

$$P_b \cdot q_b \cdot dt = -dQ_b,$$

so ist dQ_b die auf Beschleunigung der Bewegung q_b verwendete äussere Arbeit. Wenn wir also zu kürzerer Bezeichnung den Werth

$$\frac{\partial H}{\partial q_b} = -s_b \dots\dots\dots \} 3_a$$

setzen, so ergibt 3_a :

$$dQ_b = q_b \cdot ds_b, \dots\dots\dots \} 3_b,$$

worin das ds_b das vollständige Differential der Grösse s_b bezeichnet.

Beispiele solcher Bewegungen wären Kreisel in reibungslosen Axenlagern laufend, symmetrisch um die Rotationsaxe gebaut. Wenn wir als Parameter q_b die Winkelgeschwindigkeit setzen, wäre s_b das Moment der Rotationsbewegung, d. h. das Product aus dem Trägheitsmoment und der Winkelgeschwindigkeit.

Ein anderes Beispiel wäre der Fluss einer reibungslosen Flüssigkeit in einem in sich zurücklaufenden Canale, mit elastischen Wänden, also dehnbar im Querschnitt, biegsam und dehnbar in der Länge. Wenn wir die Menge der in der Secunde durch jeden Querschnitt ω strömenden Flüssigkeit als q_b benutzen, wäre das s_b

$$s_b = \int u \cdot dx,$$

worin dx ein Längenelement der Axe des Canals und $u = \frac{1}{\omega} \cdot q$ die Geschwindigkeit der Flüssigkeitstheilen in Richtung von dx bezeichnet.

2. Übrigens wollen wir voraussetzen, wie dies in den Gleichungen der mechanischen Wärmetheorie erwähnetermaassen immer geschehen ist, dass die Änderungen aller anderen Parameter p_a und ebenso die der Grössen q_b mit verschwindender Geschwindigkeit erfolgen, so dass alle mit q_a , $\frac{dq_a}{dt}$ oder $\frac{dq_b}{dt}$ multiplicirten Ausdrücke als verschwindende Grössen erster Ordnung zu behandeln sind.

Es setzt dies voraus, dass die äusseren Kräfte, die auf das System wirken, sich niemals weit von den Werthen entfernen, welche sie haben müssten, um die p_a und q_b constant zu machen, so dass die sämmtlichen nach der Zeit genommenen Differentialquotienten, die in den Gleichungen 2_a vorkommen, sehr klein werden, und das System sich fortdauernd einem stationären Zustande sehr nahe befindet, in dem es beliebig lange Zeit ausdauern könnte. Unter diesen Bedingungen reduciren sich die Gleichungen 2_a auf

$$\begin{aligned}
 P_a &= - \frac{\partial H}{\partial p_a} \dots\dots\dots \} 3c \\
 dQ_b &= q_b \cdot ds_b \dots\dots\dots \} 3b \\
 s_b &= - \frac{\partial H}{\partial q_b} \dots\dots\dots \} 3a.
 \end{aligned}$$

Unter den bisher gemachten Voraussetzungen wird die in den Gleichungen 3 bis 3_c vorkommende Function H immer noch den in 2_c angegebenen Werth haben

$$\begin{aligned}
 H &= \Phi + L, \\
 2L &= - \sum \left[q_a \cdot \frac{\partial H}{\partial q_a} \right],
 \end{aligned}$$

und L wird eine ganze homogene Function zweiten Grades der Geschwindigkeiten q_a sein. In letzterer Beziehung aber kann eine Änderung eintreten, wenn eine oder mehrere der Kräfte, die wir durch den Index c unterscheiden wollen, dauernd gleich Null sind, und wir die entsprechenden Gleichungen

$$0 = \frac{\partial H}{\partial p_c} \dots\dots\dots \} 4$$

benutzen um die Grössen p_c zu eliminiren. Bezeichnen wir den Ausdruck für den Werth von H , der durch die Elimination der p_c gewonnen wird mit \mathfrak{H} , so ist

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial p_a} &= \frac{\partial H}{\partial p_a} + \sum_c \left[\frac{\partial H}{\partial p_c} \cdot \frac{\partial p_c}{\partial p_a} \right] \\
 \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial q_b} &= \frac{\partial H}{\partial q_b} + \sum_c \left[\frac{\partial H}{\partial p_c} \cdot \frac{\partial p_c}{\partial q_b} \right].
 \end{aligned}$$

Wegen der Gleichungen 4 reducirt sich dies auf

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial p_a} &= \frac{\partial H}{\partial p_a} \\
 \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial q_b} &= \frac{\partial H}{\partial q_b}.
 \end{aligned}$$

Es ist also noch immer:

$$\begin{aligned}
 \mathfrak{H} &= \Phi + L \dots\dots\dots \} 4a \\
 P_a &= - \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial p_a} \dots\dots\dots \} 4b \\
 s_b &= - \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial q_b} \dots\dots\dots \} 4c \\
 L &= \sum \left[q_b \cdot \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial q_b} \right] \dots\dots\dots \} 4d.
 \end{aligned}$$

Aber dieser Werth von L ist keine ganze homogene Function zweiten Grades mehr von den Grössen q_6 , da die Gleichungen 4 im Allgemeinen Glieder zweiten Grades nach den q_6 enthalten, und die Werthe der p_6 , die sich daraus ergeben, verwickelte Functionen der q_6 sein können, welche bei der Elimination diese Grössen in den Werth des Φ und in die Coefficienten der Glieder zweiten Grades des L eintreten machen.

Ein Beispiel für einen solchen Fall wäre die lebendige Kraft eines Kreisels, an dessen Axe ein Centrifugalregulator befestigt ist, dessen Hebung und Senkung durch keine wechselnde äussere Kraft P_a , sondern nur durch dauernd wirkende conservative Kräfte (Schwere, elastische Federn) beeinflusst wird, und daher als Function der Rotationsgeschwindigkeit dargestellt werden kann. In dem Werthe der lebendigen Kraft, welche gleich dem halben Product aus dem Trägheitsmoment und dem Quadrat der Rotationsgeschwindigkeit ist, wird dann auch das genannte Moment von dieser Geschwindigkeit abhängig.

§. 3.

Monocyclische Systeme.

Diesen Namen will ich, wie oben erwähnt, gebrauchen für Systeme, in denen in sich zurücklaufende innere Bewegung vorkommt, die durch nur einen Parameter σ neben den Coordinaten p_a vollständig bestimmt wird.

Der einfachste Fall einer solchen Bewegung ist gegeben, wenn in dem Systeme des §. 2 nur eine Geschwindigkeit q vorkommt. Dann erhalten wir die Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} P_a &= -\frac{\partial H}{\partial p_a} \dots\dots\dots \\ dQ &= s \cdot dq \dots\dots\dots \\ s &= -\frac{\partial H}{\partial q} \dots\dots\dots \\ U &= H - q \cdot \frac{\partial H}{\partial q} \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} 5.$$

Daraus folgt

$$dQ = dU + \sum [P_a \cdot dp_a] = s \cdot dq \dots\dots\dots$$

Diese Gleichungen sind vollkommen von gleicher Form, wie die oben aufgestellten für die Wärmebewegung. An Stelle der Temperatur Σ oder der von ihr abhängigen Grösse η ist die Geschwindigkeit q getreten. Die Grösse dQ bedeutet hier die auf directe Steigerung der

inneren Bewegung gerichtete Arbeit, wie dort, nur dass diese innere Bewegung jetzt von anderer Art ist, als die Wärmebewegung.

Es ist also q hier integrierender Nenner der Gleichung $dQ = 0$; wir können aber, wie dort, die Form der Gleichungen auch wahren, wenn wir als Parameter für die Intensität der Bewegung neben den p_a eine Grösse $\left(q \cdot \frac{\partial s}{\partial \sigma}\right)$ einführen, worin σ eine Function von s bedeutet. Dann verliert aber die nunmehr einzuführende Function

$$\mathfrak{H} = U - q \cdot \frac{\partial s}{\partial \sigma} \cdot \sigma$$

die für H in 2_c angenommene Bedeutung: $H = \Phi - L$.

Beachtenswerth ist, dass in diesem einfachsten Falle monocyclischer Bewegung auch die lebendige Kraft

$$L = -\frac{1}{2} q \cdot \frac{\partial H}{\partial q} = \frac{1}{2} q \cdot s \dots\dots\dots \} 5a$$

einer der integrierenden Nenner des Systems ist. Wenn man das hierfür zu wählende \mathfrak{S} durch die Gleichung definiert

$$dQ = 2L \cdot d\mathfrak{S} = q \cdot ds,$$

so erhalten wir

$$\begin{aligned} d\mathfrak{S} &= \frac{ds}{s} \\ \mathfrak{S} &= \log s - \log A, \end{aligned}$$

wo A eine Integrationsconstante. Oder:

$$\mathfrak{S} = \log \left(\frac{s}{A} \right) = \frac{1}{2} \cdot \log L + \frac{1}{2} \log \left(\frac{s}{A^2 \cdot q} \right) \dots\dots\dots \} 5b.$$

Hier tritt die Analogie mit der kinetischen Gastheorie schon sehr deutlich heraus. Die Temperatur \mathfrak{S} ist der lebendigen Kraft proportional, und die Entropie, bezeichnet wie 1883 S. 655, ist:

$$S = \mathfrak{J} \cdot \gamma \cdot \log \mathfrak{S} + \mathfrak{J} \cdot (c - \gamma) \cdot \log v + C.$$

Im vorliegenden Falle ist das Verhältniss $\frac{s}{q}$ das Trägheitsmoment der rotirenden Masse, welches wie das v in der Entropie der Gase von Raumabmessungen abhängt, und zwar nur von solchen, so lange nicht etwa Grössen p_c eliminirt sind.

§. 4.

Ein allgemeinerer Fall der monocyclischen Bewegung tritt ein, wenn mehrere Geschwindigkeiten q_b vorhanden sind, die

aber alle von einer von ihnen und den Coordinaten p_a bestimmt worden. Äusserst mannigfache und wechselnde Beziehungen zwischen Drehungsgeschwindigkeiten können bekanntlich auch an mechanischen Apparaten hergestellt werden. Eine Frictionsrolle könnte z. B. auf dem Umfang eines Rotationskörpers laufen, der an verschiedenen Stellen verschiedenen Durchmesser hat, und durch Centrifugalkräfte an der Axe, mit der er sich dreht, auf- und abgeschoben wird.

Nehmen wir also den allgemeinsten Fall solcher Abhängigkeit, wobei jede Geschwindigkeit q_b eine vorgeschriebene Function der p_a und eines Parameters σ sei, die Verbindung aber von der Art, dass dadurch keine Arbeit verzehrt oder gewonnen werde. Es wird alsdann die von aussen her zur Änderung der q_b aufzuwendende Arbeit sein:

$$dQ = \sum_b [dQ_b] = \sum_b [q_b \cdot ds_b],$$

wobei die Verbindung des Systems es gleichgültig macht, ob die äusseren Kräfte direct nur auf eines oder mehrere der q_b wirken.

Da die s_b durch die Gleichungen

$$s_b = - \frac{\partial H}{\partial q_b}$$

als Functionen der p_a und q_b gegeben sind, sind sie auch als solche der p_a und des σ darzustellen, und demgemäss auch das dQ als eine homogene lineare Function der dp_a und des $d\sigma$, deren integrierende Nenner gefunden werden können. Dadurch würde auch dieser allgemeinste Fall auf die früher gegebenen Formen zurückgeführt. Indessen lässt sich die Art der integrierenden Nenner nicht so allgemein bestimmen. Hierbei ist namentlich die Frage aufzuwerfen, unter welchen Bedingungen die lebendige Kraft einer der integrierenden Nenner bleibt; diese wollen wir weiter unten noch behandeln.

§. 5.

Koppelung je zweier Systeme.

Von Interesse ist hier namentlich der Fall, wo zwischen zwei Systemen, welche gleiche Werthe eines ihrer integrierenden Nenner haben, eine mechanische Verbindung so hergestellt wird, dass während diese Verbindung besteht, diese Gleichheit der genannten Nenner erhalten bleiben muss. Um eine solche Art der Verbindung kurz zu bezeichnen, will ich sie isomere Koppelung (*ισον μορσιον*, gleicher Nenner) nennen.

Beispiele wären zwei Kreisel, deren Axen so verbunden werden, dass sie zu gleicher Umlaufgeschwindigkeit gezwungen werden. Ist

gleiche Rotation schon beim Eingehen der Verbindung vorhanden, so lässt sich die Koppelung ohne Störung der vorhandenen Bewegungen herstellen. Ihre Axen könnten Centrifugalregulatoren verschiedener Art tragen, deren Stellung von der Axe aus durch Kräfte P_a regulirt werden könnte, wodurch mittelbar auch die Umlaufgeschwindigkeit auf beliebige Höhe zu bringen wäre.

Auch zwei Ströme in ringförmigen Röhren können ohne Störung beider in einen Ring vereinigt werden, wenn beide gleiche Strömung durch jeden Querschnitt haben. Streckung des Canals vermindert die Strömung, Verkürzung erhöht sie. Dadurch kann man je zweien gleichen Werth geben.

Dann gelten genau dieselben Betrachtungen, welche für die Wärmebewegung aus den Gleichungen (1) folgen, und an die ich in §. 1 kurz erinnert habe. Wir erhalten dadurch genau dieselben Gesetze für die Möglichkeit auf reversible Weise Arbeit der Kräfte P_a auf Kosten der inneren Bewegung der Systeme zu gewinnen. Die Grundvoraussetzung hierfür ist also die, dass wir kein anderes Mittel haben, direct auf die innere Bewegung der gegebenen monocyclischen Systeme zu wirken, als durch isomere Koppelung mit anderen Systemen, und dass für jedes einzelne der koppelbaren Systeme ein einziger bestimmter integrierender Nenner besteht, welcher die ungestörte Koppelung mit dem gleich grossen Nenner eines andern Systems zulässt, wie dies in den oben angeführten Beispielen von Centrifugalregulatoren oder Ringströmen der Fall sein würde.

Dass wir die Wärmebewegung der Atome nicht directer angreifen und verwandeln können, als es der Fall ist, hängt doch auch nur davon ab, dass wir unsere Einwirkungen nicht auf bestimmte, in bestimmter Richtung vorgehende Atome isoliren können, sondern nothwendig immer alle eines bestimmten Raumbezirks gleichmässig treffen müssen. Es beruht nur auf der Beschränkung der uns zu Gebot stehenden Methoden, und nicht im Wesen der Bewegung. Eben deshalb dürfen wir ähnliche Beschränkungen unseres Eingreifens auch für die hier besprochenen analogen Fälle voraussetzen, ohne die Natur des Problems zu verändern.

§. 6.

Bedingungen, unter denen die lebendige Kraft integrierender Nenner ist.

Da die lebendige Kraft der inneren Bewegung nach der kinetischen Gastheorie der Temperatur direct proportional und somit integrierender Nenner ist, da ferner die lebendige Kraft die einzige fest bestimmte

Bewegungsgrösse ist, die ganz unabhängig von aller Verschiedenheit der Systeme, zwischen denen Wärmegleichgewicht eintreten kann, nothwendig in genau bestimmtem Werthe immer wieder sich vorfindet: so hat die von den HH. BOLTZMANN¹ und CLAUSIUS² aufgestellte Hypothese, dass sie immer das Maass der Temperatur sei, einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit. Es schien mir deshalb wichtig zu untersuchen, welches die Bedingungen für das in §. 5 definirte allgemeinere monocyclische System seien, unter denen die lebendige Kraft integrierender Nenner wird. Damit dies der Fall sei, muss sein

$$dQ = \sum_b [dQ_b] = \sum_b [q_b \cdot ds_b]$$

von der Form

$$dQ = \sum_b [q_b \cdot s_b] \cdot d(\log \sigma) \dots \dots \dots \{ 6,$$

wo wir mit $\log. \sigma$ den Parameter bezeichnen, als dessen Functionen die ausserdem von den Coordinaten p_a abhängigen Grössen q_b und s_b dargestellt werden sollen. Vergleichung mit den Sätzen des §. 3, namentlich 5_a und 5_b zeigt, dass dieses σ das Rotationsmoment eines dem zusammengesetzten gleichwirkenden einfachen Systems wäre und

$$q = \frac{2L}{\sigma},$$

die entsprechende Geschwindigkeit einer einfachen inneren Bewegung. Wenn wir demnach die p_a und σ als unabhängige Variable in die Gleichung 6 einführen, erhalten wir folgende Reihe von Gleichungen:

$$\begin{aligned} \sum_b \left[q_b \cdot \frac{\partial s_b}{\partial p_a} \right] &= 0 \\ \sum_b \left[q_b \cdot \left(\frac{\partial s_b}{\partial \sigma} - \frac{s_b}{\sigma} \right) \right] &= 0. \end{aligned}$$

Dividirt man sie alle durch σ und bezeichnet:

$$\frac{s_b}{\sigma} = v_b,$$

so werden die Gleichungen

$$\begin{aligned} \sum_b \left[q_b \cdot \frac{\partial v_b}{\partial p_a} \right] &= 0 \dots \dots \dots \left. \begin{aligned} &\dots \dots \dots \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \right\} G_a, \\ \sum_b \left[q_b \cdot \frac{\partial v_b}{\partial \sigma} \right] &= 0 \dots \dots \dots \end{aligned}$$

Man kann also die obige Gleichung 6 schreiben:

$$\sum [q_b \cdot dv_b] = 0.$$

¹ Wiener Sitzungsber. 1866. Bd. LIII. Abth. II. S. 195—220.

² POGGENDORFF Annalen 1871. Bd. 142. S. 433—461. §. 14 u. 15 der Abhandlung.

Da mittels der Gleichungen 3_a , beziehlich 4_c , die q_b als Functionen der s_b , also auch der v_b und σ dargestellt werden können, so sind die Gleichungen 6_a solche, welche die Beziehungen zwischen den v_b , p_a und σ bestimmen.

Ist a die Anzahl der Parameter p_a und b die der Geschwindigkeiten q_b , so haben wir $(a + 1)$ Gleichungen zur Bestimmung von b Unbekannten v_b .

Ist $(a + 1) = b$, so folgt aus den Gleichungen 6_a , dass die Determinante der Coefficienten der q_b gleich Null sein muss. diese ist aber die Functionaldeterminante der v_b in Beziehung auf die unabhängigen Variablen p_a und σ . Dann wird also eines der v_b eine Function der andern sein müssen, oder es wird eine Gleichung $F = 0$ existiren müssen, in der F eine Function der v_b mit constanten Coefficienten ist, die nur mittels der v_b von den p_a und σ abhängt. Bildet man nun aus der Gleichung

$$F = C \dots\dots\dots \{ 6_b$$

die Reihe ihrer Differentialquotienten:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial p_a} &= \sum_b \left[\frac{\partial F}{\partial v_b} \cdot \frac{\partial v_b}{\partial p_a} \right] = 0, \dots\dots\dots \\ \frac{\partial F}{\partial \sigma} &= \sum_b \left[\frac{\partial F}{\partial v_b} \cdot \frac{\partial v_b}{\partial \sigma} \right] = 0, \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} 6_c$$

so sind dies für die Grössen $\frac{\partial F}{\partial v_b}$ genau dieselben linearen Gleichungen, die wir in (6_a) für die q_b gehabt haben. Daraus folgt

$$q_b = \lambda \cdot \frac{\partial F}{\partial v_b} \dots\dots\dots \{ 6_d$$

wo λ ein gemeinsamer Factor ist. Die $(b + 1)$ Gleichungen 6_b und 6_d bilden dann ein System von Integralgleichungen, aus denen die $(b + 1)$ Unbekannten v_b und λ gefunden werden können.

Ist die Zahl $a + 1 > b$, so bleibt das System der $(b + 1)$ Gleichungen 6_b und 6_d geeignet, die sämtlichen $(a + 1)$ Gleichungen 6_a identisch zu machen, und bildet also das System der Integralgleichungen.

Wenn dagegen $(a + 1) < b$ ist, so kann man $(b - a)$ willkürliche Functionen F_c von den Grössen v_b aufstellen mit der Bedingung

$$\left. \begin{aligned} F_c &= C_c \dots\dots\dots \\ q_b &= \sum \left[\lambda_c \cdot \frac{\partial F_c}{\partial v_b} \right] \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} 6_e,$$

also im Ganzen $(b + c)$ Gleichungen für die $(b + c)$ Unbekannten v_b und λ_c , welche als Integralgleichungen zu ihrer Bestimmung dienen.

Die lebendige Kraft ist:

$$2L = \sum_b [q_b \cdot s_b] - \sigma \cdot \sum_c \left\{ \lambda_c \cdot \sum_b \left[v_b \cdot \frac{\partial F_c}{\partial v_b} \right] \right\},$$

und die zugeleitete Wärme:

$$dQ = \sum_b \sum_c \left\{ \lambda_c \cdot v_b \cdot \frac{\partial F_c}{\partial v_b} \right\} d\sigma.$$

Der einfachste Fall ist der, wo die Functionen F_c linear angenommen werden. Dann sind ihre Differentialquotienten constante Grössen, die ich mit $m_{b,c}$ bezeichnen will. Also

$$q_b = \sum_c [m_{b,c} \cdot \lambda_c] \dots \dots \dots G_b.$$

Sind keine der Parameter p_c eliminirt, wie oben in Gleichungen 4 bis 4a, so sind die q_b lineare Functionen der s_b oder $\sigma \cdot v_b$. Nimmt man zu den 6 Gleichungen G_f , dann noch die c als linear vorausgesetzten Gleichungen

$$F_c = C_c,$$

so hat man $(b + c)$ nicht homogene lineare Gleichungen für die $(b + c)$ Unbekannten v_b und $\left(\frac{1}{\sigma} \cdot \lambda_c\right)$, woraus deren Werthe zu finden sind.

Da die Coefficienten der v_b in den Werthen der $\left(\frac{1}{\sigma} \cdot q_b\right)$ im Allgemeinen Functionen der p_a sind, so gilt dies auch für die Werthe der v_c (beziehlich $\frac{1}{\sigma} \cdot s_b$) und der $\left(\frac{1}{\sigma} \cdot \lambda_c\right)$. Das σ kommt aber nicht weiter vor, als in den zuletzt angegebenen Zusammensetzungen, so dass bei constant bleibenden p_a die sämmtlichen q_b und s_b proportional dem Parameter σ wachsen. Bei geänderten Parametern aber ändern sich im Allgemeinen auch die Verhältnisse zwischen den Geschwindigkeiten, wenn c mehrere Werthe hat, da die λ_c Functionen der p_a sind.

Dieselbe Regel gilt überhaupt, so lange nicht Parameter p_a , auf welche keine äusseren Kräfte P_a wirken, eliminirt sind, und die lebendige Kraft noch durch eine homogene ganze Function zweiten Grades gegeben ist, auch wenn die Functionen F_c nicht linear sind, weil dann in den Integralgleichungen des Systems das σ nur in der Verbindung $\left(\frac{1}{\sigma} \cdot \lambda_c\right)$ vorkommt neben den Grössen v_b .

Es trifft diese Regel aber nicht mehr zu, wenn Parameter p_a eliminirt sind, weil diese nach der Vorbedingung der Elimination durch auf sie wirkende äussere Kräfte nicht mehr constant gehalten werden können.

In dem erstgenannten Falle, wo die q_b und s_b , bei constanten Parametern p_a , alle dem σ proportional zunehmen, werden die den einzelnen cyklischen Bewegungen entsprechenden lebendigen Kräfte q_b s_b also dem σ^2 proportional ab- und zunehmen. Hr. CLAUSIUS hat diese Bedingung schon angegeben,¹ aber ohne den Einfluss der geänderten Parameter zu erwähnen.

Isomere Koppelung nach der lebendigen Kraft. Schliesslich will ich noch die Frage erörtern, unter welchen Bedingungen Systeme, in denen die lebendige Kraft integrierender Nenner ist, so gekoppelt werden können, dass in dem vereinigten Systeme die lebendige Kraft wieder integrierender Nenner ist. Ich bezeichne das eine System mit dem Index 1, das andere mit 2, die Grössen des gekoppelten Systems lasse ich ohne Index. Ich setze also

$$\left. \begin{aligned} dQ_1 &= L_1 \cdot d(\log \sigma_1) \dots\dots\dots \\ dQ_2 &= L_2 \cdot d(\log \sigma_2) \dots\dots\dots \\ dQ &= dQ_1 + dQ_2 = (L_1 + L_2) \cdot d \log \sigma \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} 7.$$

Damit das gekoppelte System die Entropie $\log \sigma$ bekommt, werden σ_1 und σ_2 in einer gewissen Beziehung zu σ stehen müssen, die übrigens auch durch die Werthe ihrer beiderseitigen Coordinaten p_a beeinflusst sein kann. Wir können sie also als Function von den p_a und σ betrachten. Dann ergeben die Gleichungen 7 das System der Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} L_1 \cdot \frac{\partial}{\partial p_a} \log \left(\frac{\sigma_1}{\sigma} \right) + L_2 \cdot \frac{\partial}{\partial p_a} \log \left(\frac{\sigma_2}{\sigma} \right) &= 0 \dots\dots\dots \\ L_1 \cdot \frac{\partial}{\partial \sigma} \log \left(\frac{\sigma_1}{\sigma} \right) + L_2 \cdot \frac{\partial}{\partial \sigma} \log \left(\frac{\sigma_2}{\sigma} \right) &= 0 \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} 7a.$$

Daraus folgt, wie aus dem entsprechenden System der Gleichungen 6c, dass eine Gleichung

$$F = C$$

bestehen muss, worin F eine Function von $v_1 = \frac{\sigma_1}{\sigma}$ und $v_2 = \frac{\sigma_2}{\sigma}$ ist.

Dann wird

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= \lambda \cdot \frac{\partial F}{\partial v_1} \dots\dots\dots \\ L_2 &= \lambda \cdot \frac{\partial F}{\partial v_2} \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} 7b.$$

Also wird die Bedingung der Koppelung geschrieben werden können:

$$\left. \begin{aligned} \frac{L_1}{\frac{\partial F}{\partial v_1}} &= \frac{L_2}{\frac{\partial F}{\partial v_2}} \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} 7c.$$

¹ POGGENDORFF'S Annalen Bd. 142. S. 458.

Die Art dieser Bedingung ist denen ganz analog, die innerhalb jedes einzelnen Systems die einzelnen verschiedenen Bewegungen verketteten.

Verlangt man nun, dass wie bei dem Wärmeaustausch zwischen gleich temperirten Körpern, die Möglichkeit der Koppelung nur von der Gleichheit einer Grösse (Temperatur) abhängt, die nur durch den Zustand jedes einzelnen Körpers bedingt ist: so muss sich erstens aus den Nennern der Gleichung 7, die Grösse σ wegheben, was nur geschehen kann, wenn die beiden Differentialquotienten von F homogene Functionen von v_1 und v_2 gleichen Grades sind: und es muss zweitens $\frac{\partial F}{\partial v_1}$ nur v_1 , und $\frac{\partial F}{\partial v_2}$ nur v_2 enthalten. Dann wird schliesslich die Bedingung der Koppelung

$$\frac{L_1}{a_1 \cdot \sigma_1^n} = \frac{L_2}{a_2 \cdot \sigma_2^n} \dots \dots \dots \left. \dots \right\} 7d.$$

Der Exponent n muss für die ganze Reihe der unter den angegebenen Bedingungen koppelbaren Systeme der gleiche sein. Ist er für einige derselben gleich Null (Wärmebewegung in den Gasen), so muss er für alle gleich Null sein. Dann ist also die Bedingung der Koppelung, dass $\frac{1}{a} \cdot L$ in den gekoppelten Systemen den gleichen Werth behalte.

Für die Systeme mit nur einem q ist

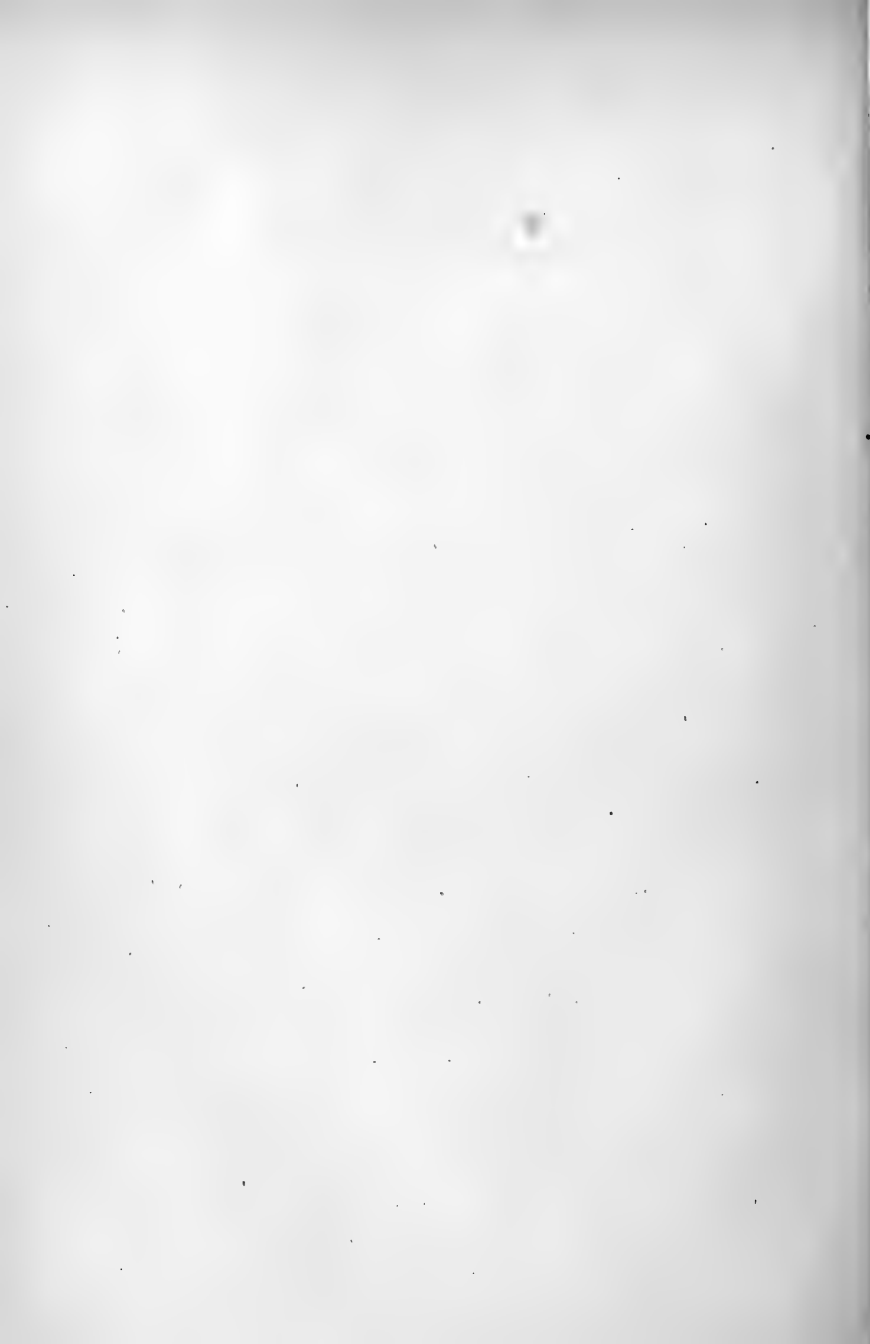
$$L_1 = \frac{1}{2} q_1 \cdot s_1.$$

Für $n = 1$, also die Bedingung der Koppelung

$$\frac{q_1}{a_1} = \frac{q_2}{a_2};$$

wie es schon in den oben besprochenen Beispielen angenommen war.

Für die Verbindung der inneren Bewegungen eines Systems mit vielen q , erscheinen die Bedingungen, wie oben auseinandergesetzt ist, weniger beschränkt, da keine Möglichkeit der Trennung und Koppelung mit anderen Systemen vorausgesetzt wurde.



1884.

XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

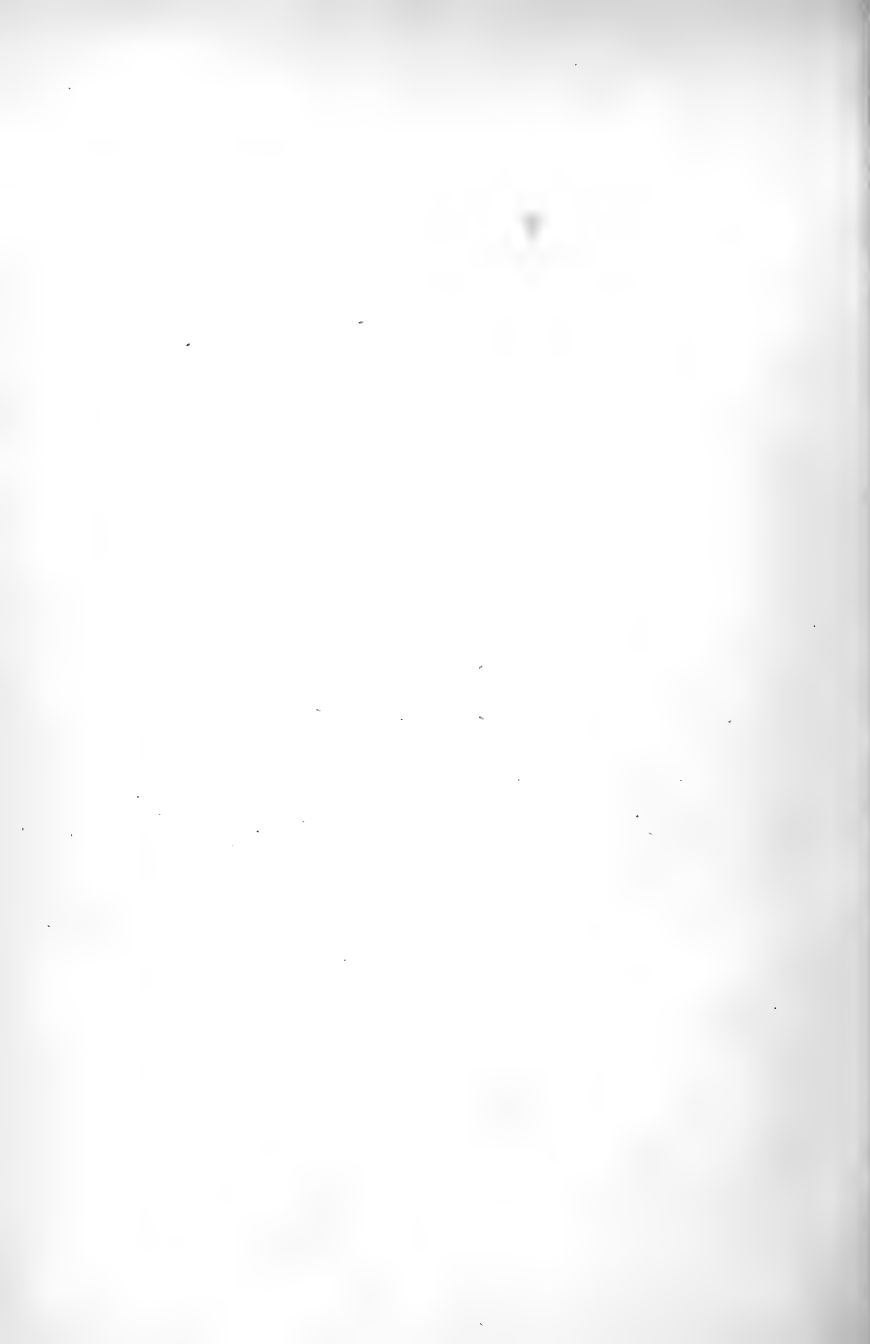
13. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. DU BOIS-REYMOND.

1. Hr. DU BOIS-REYMOND las über lebende Zitterrochen in Berlin: Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Derselbe legte eine Abhandlung des Hrn. Dr. JULIUS WOLFF über das Gesetz der Transformation der inneren Architectur der Knochen bei pathologischen Veränderungen der äusseren Knochenform vor. Die Mittheilung wird in einem der nächsten Stücke erscheinen.

3. Hr. HOFMANN legte einen ein halbes Kilogramm wiegenden Barren von Magnesium vor, welchen Hr. ADOLF GRÄTZEL in Hannover auf elektrolytischem Wege aus Carnallit dargestellt hat.



Lebende Zitterrochen in Berlin.

VON E. DU BOIS-REYMOND.

§. I. *Einleitung.*

Unter den scheinbar günstigsten Bedingungen, unmittelbar an der Küste, gelang es früher nicht, Zitterrochen in der Gefangenschaft über einige Tage am Leben zu erhalten. Darauf gründete sich die von FARADAY vor fünfundvierzig Jahren geäußerte Meinung, dass in gewisser Hinsicht der Zitteraal für Untersuchung der elektrischen Fische mehr als der Zitterrochen sich eigne;¹ ein Ausspruch, dem ich mich noch viel später, indem ich zugleich den Zitterwels über den Zitteraal stellte, mit den Worten anschloss: »der Zitterrochen kommt als Seebewohner nicht in Betracht.«² Diese Sachlage hat sich jetzt sehr geändert.

Nicht allein ist die Kunst, Seethiere zu halten, in den während der letzten Jahrzehnte entstandenen Aquarien so weit gediehen, dass es keine Schwierigkeit mehr hat, Zitterrochen so lange wie irgend nöthig lebend aufzubewahren, sondern diese Kunst erstreckt sich auch auf den Eisenbahntransport, und ermöglicht es, die Bewohner des Weltmeers ungefährdet in's Binnenland zu versetzen. Als ich obige Worte schrieb, im März 1877, verfügte schon Hr. RANVIER in Paris über lebende Zitterrochen aus Concarneau am atlantischen Ocean.³ Doch fehlten merkwürdigerweise auf der Ausstellung in den Elysäischen Feldern, wie auch meines Wissens in München und in Wien, diese, wie GEORGE WILSON sie nannte,⁴ ältesten aller elektrischen Maschinen; höchstens dass das Modell einer unterseeischen Mine an ihr Vorbild, die Torpedo, erinnerte.

¹ Notice of the character and direction of the electric force of the *Gymnotus* (1838). In: *Experimental Researches in Electricity*. Reprinted from the *Philosophical Transactions etc.* vol. II. 1844. p. 2. No. 1752.

² E. DU BOIS-REYMOND, *Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik* (In der Folge nur als 'Gesammelte Abhandlungen u. s. w.' angeführt). Bd. II. Leipzig 1877. S. 611.

³ *Leçons sur l'Histologie du Système nerveux*. Paris 1878. t. II. p. 88.

⁴ *The Edinburgh New Philosophical Journal*, New Series. October 1857. p. 267.

Das Berliner Aquarium erhielt zuerst im Sommer 1881 Zitterrochen aus Triest. Der Director des Aquariums, Hr. Dr. OTTO HERMES, der die reichen Hülfsmittel der Anstalt auf das Freigebigste und Liebenswürdigste jedem wissenschaftlichen Zwecke dienstbar macht, gestattete mir schon damals, einige Versuche anzustellen. Dabei beschränkte ich mich natürlich auf solche Maassnahmen, welche den zur Schau bestimmten Thieren nicht schaden konnten. Ich habe früher wiederholt auseinandergesetzt, weshalb unter diesen Umständen der Besitz lebender elektrischer Fische nicht so fruchtbringend ist, wie man sich vorzustellen pflegt.¹ Allein Hr. Dr. HERMES hat neuerlich die ausserordentliche Güte gehabt zu veranstalten, dass das physiologische Institut durch das Aquarium von Triest aus mit Zitterrochen versehen werde, an denen ich nach Belieben experimentiren, und die ich nach Gutdünken opfern darf. Es bedarf kaum der Bemerkung, eine wie günstige Aussicht sich damit der Lehre von den elektrischen Fischen, also mittelbar der allgemeinen Muskel- und Nervenphysik, eröffnet. Eine Torpedo zu freier Verfügung in einem deutschen physiologischen Laboratorium kann für den Fortschritt unseres Wissens möglicherweise mehr leisten, als (um in Shylock's Weise zu reden) ein ganzer Meerbusen voll Zitterrochen da, wo man erst eine Busssole aufstellen muss, und wo wegen Eines zu Hause gelassenen oder auf der Reise zerbrochenen Apparates vielleicht der schönste Versuchsplan zu nichte wird.

So habe ich denn schon im vorigen Sommer zwei, in diesem Winter drei Zitterrochen hier verarbeitet und daran mehrere Fragen beantwortet, die mir längst vorschwebten, wie auch die Erforschung der secundär-elektromotorischen Wirkungen des elektrischen Organs begonnen.² Obwohl letztere Versuche nicht entfernt abgeschlossen sind, will ich die gewonnenen Ergebnisse doch schon veröffentlichen, weil sie auch in ihrem jetzigen Zustand eine wichtige Ergänzung meiner vorjährigen Mittheilung über secundär-elektromotorische Erscheinungen bilden, und weil selbst das sehr geringe Maass der Vollendung, welches ich den entsprechenden Versuchen an Muskeln und Nerven zu ertheilen vermochte, aus später erhellenden Gründen hier doch unerreichbar erscheint (s. unten S. 212).

¹ Monatsberichte der Akademie. 1858. S. 94; — Gesammelte Abhandlungen u. s. w. A. a. O. S. 612; — Archiv für Physiologie. 1877. S. 86; — Dr. CARL SACHS' Untersuchungen am Zitteraal... bearbeitet von E. DU BOIS-REYMOND u. s. w. Leipzig 1881. S. 82. 115. (In der Folge im Gegensatz zu den 'Untersuchungen über thierische Elektrizität' immer nur als 'Untersuchungen u. s. w.' schlechthin angeführt.)

² Über secundär-elektromotorische Erscheinungen an Muskeln, Nerven und elektrischen Organen. In diesen Berichten, 5. April 1883, S. 343 — 404.

Die Zitterrochen gehörten sämmtlich der Species *T. marmorata* an. Der kleinste war 25, der grösste 36^{cm} lang. Letzteres ist für einen europäischen Zitterrochen eine gute mittlere Grösse.

§. II. Allgemeine Bemerkungen über die Versuche am Zitterrochen.

Die Überführung lebender Zitterrochen von Triest nach Berlin ist natürlich nicht bei jeder Witterung gleich gut möglich. Nicht bloss Frost hindert sie, auch Sommerhitze wird leicht den Thieren verderblich. Daher die Zeit des Jahres, innerhalb deren der Transport mit Aussicht auf Erfolg unternommen werden kann, auf die Monate April, Mai, September und October sich beschränkt.

Das physiologische Institut der Berliner Universität besitzt zwar sein eigenes, vollständig eingerichtetes Aquarium, doch zog ich vor, von dem Anerbieten des Hrn. Dr. HERMES Gebrauch zu machen, die Rochen, wenn wir ihrer nicht bedürfen, in den Becken des nur wenige Minuten vom Institut entfernten Berliner Aquariums zu beherbergen. Hier scheinen sie sich, einmal gut angelangt und in Ruhe gelassen, mindestens sechs Wochen lang gesund und hinlänglich bei Kräften zu erhalten. Nach dieser Frist starben einige Thiere, die ich aus Mangel an Musse nicht hatte rechtzeitig zu Versuchen verwenden können. Andere lebten mehrere Monate lang, im Winter bei einer Temperatur des Seewassers von nur etwa 12° C.¹ Nach Aussage des Wärters wühlen sich die Rochen, so lange sie gesund sind, in den Kies am Boden des Beckens ein, und sind dann schwer vom Grunde zu unterscheiden.² Um andere darin befindliche Fische kümmern sie sich nicht. Von den zerstückten Fischen, welche man als Futter in das Becken wirft, sah man sie bisher nichts fressen. In der Freiheit verschlingen die Zitterrochen, wie Hr. Prof. FRITSCH durch Untersuchung

¹ Vergl. meine Bemerkungen über die Temperatur, in der wechselwarme Thiere zu halten sind, in den 'Gesammelten Abhandlungen u. s. w.', Bd. II. S. 605. 606, und in den 'Untersuchungen u. s. w.', S. 77.

² Schon RÉAUMUR und WALSH berichten, dass die Zitterrochen bei der Ebbe durch Schlagen mit den Brustflossen sich in den Sand wühlen, da es dann vorkommt, dass Fischer nackten Fusses auf sie treten, und hinstürzen (Untersuchungen u. s. w. S. 132). — Hier sei ein mir von EHRENBURG erzähltes Torpedo-Abenteuer aufbewahrt, welches einen Begriff von der Gewalt des Zitterrochen im Rothen Meere (wahrscheinlich *T. panthera*) giebt. Er war mit seinem arabischen Diener auf einem Korallenriff weit und tief in die See hinausgewatet. Plötzlich schrie der Mann auf, ein Hai habe ihm den Fuss abgeissen, straukelte, und war nahe daran unterzugehen. Mit dem raschen Scharfblick des Naturforschers konnte EHRENBURG ihm sogleich beruhigend zurufen: »Fürchte nicht, es steigt kein Blut in die Höhe, du hast noch deinen Fuss, »und hattest nur auf einen Raäd getreten«.

des Mageninhalts feststellte, unverhältnissmässig grosse Fische, welche sie wohl vorher durch elektrische Schläge lähmen.¹ Ihnen in der Gefangenschaft lebende kleine Seefische zu verschaffen, ist aber natürlich nicht leicht.

An den Versuchstagen wurde der Fisch mit einem Kesser aus dem Becken des Aquariums in einen Zuber voll Seewasser von solcher Grösse gebracht, dass zwei Männer ihn bequem trugen. Mit dem Kesser wurde er auch aus dem Zuber in die gleich zu erwähnende Versuchswanne übertragen. Das Fangen mit dem Kesser ging nicht ohne heftiges Sträuben ab, und unstreitig schlug der Fisch dabei wiederholt, wie die Zitterwelse nach Aussage des Froschweckers es zu thun pflegen.² Gelegentlich versuchte ich hier dasselbe zu beobachten; der Froschwecker blieb aber stumm, wohl wegen zu guter Nebenleitung durch das Seewasser (s. unten S. 191).

Befand sich der Fisch einmal im Zuber oder in der Versuchswanne, so hielt er sich meist vollkommen ruhig, ohne andere sichtbare Bewegung als die an den Spritzlöchern. Wurde er nach einer längeren quälenden Versuchsreihe in den Zuber zurückgethan, so schwamm er manchmal wild umher, auch sah man ihn wohl bemüht, durch eigenthümliche undulirende Bewegungen seiner Körperscheibe die Wand des Zubers zu erklimmen.

§. III. *Von der Ableitung von Zitterfisch-Schlägen in einen Versuchskreis.*

Versuchskreis nenne ich bei Zitterfisch-Versuchen nach früherer Übereinkunft die irgendwie beschaffene, auch unterbrochene Leitung, in welche der Schlag des Fisches zur Prüfung irgend einer seiner Wirkungen abgeleitet wird.³ Diese Ableitung so günstig wie möglich zu gestalten, ist bei diesen Versuchen natürlich eine der ersten Aufgaben. An dem aus dem Wasser genommenen Thiere hat dies keine Schwierigkeit. Aber auch wenn man über das Leben der Thiere frei verfügt, wird man es nicht gern jedes einzelnen Versuches wegen

¹ Diese Berichte, 1883. Bd. I. S. 205; — Die elektrischen Fische im Lichte der Descendenzlehre. In VIRCHOW's und v. HOLTZENDORFF's Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge. 1884. XVIII. Serie. Heft 430/31. S. 34. — Auch die Zitteraale sind nach SACHS sehr gefrässig (Untersuchungen u. s. w. S. 109. 110).

² Gesammelte Abhandlungen u. s. w. A. a. O. S. 615. 617; — Untersuchungen u. s. w. S. 142. 143.

³ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 612; — Untersuchungen u. s. w. S. 136.

nutzlos auf das Spiel setzen; ohnehin sind aus dem Wasser genommene Fische meist so unruhig, dass sich schlecht daran experimentirt. Es handelt sich also darum, obige Aufgabe auch an dem noch im Wasser befindlichen Thiere zu lösen.

FARADAY hat sich bei seinen Versuchen am Zitteraal zuerst eigener, ständiger Vorrichtungen zu diesem Zwecke bedient. Er setzte dem Fisch zwei aussen mit Kautschuk überzogene Sättel aus Kupferblech auf. Je weiter von einander die Sättel, um so stärker war der abgeleitete Stromzweig. Wurden besonders kräftige Wirkungen erfordert, so legte FARADAY auf den Boden des Troges Glasplatten, denen der Kautschukrand der Sättel sich anschloss, da dann die vom Sattel umfasste Strecke des Fisches fast so gut isolirt war wie an der Luft.¹ An Isolirung des Fisches zwischen den Sätteln scheint FARADAY nicht gedacht zu haben, auch würde es kaum gelingen, dem langgestreckten,

sich schlängelnden Fisch einen das ganze Thier einschliessenden Deckel aufzusetzen. Bei der grossen Macht des Zitteraal-Schlages genügte übrigens FARADAY's Vorrichtung für fast alle Zwecke, nur der Entladungsfunken war damit schwer zu erhalten.² Ich hatte daher auch Dr. SACHS keine andere Anordnung zur Ableitung des Schlages empfohlen und Fig. 1 zeigt einen der von ihm angewandten Sättel, die sich von FARADAY's Sätteln nur in einem unwesentlichen Punkt unterscheiden: statt aus mit Kautschuk aussen überzogenem Kupferblech bestehen sie, nach Art der von mir für die Zitterwelse verfertigten Ableitungsdeckel, aus innen

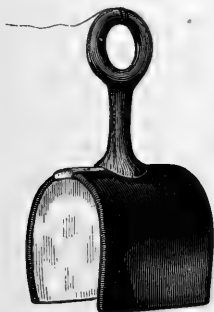


Fig. 1.

mit Stanniol gefütterter Guttapercha. Man erkennt links den (lackirten) Stanniolstreif, der die Belegung mit dem ableitenden Drahte verbindet.³

An den kleinen und vergleichsweise schwachen Zitterwelsen konnte ich mich nicht mit den, den Enden des Organs angelegten Sätteln begnügen, sondern ich musste darauf bedacht sein, den Fisch auch zwischen den Sätteln vom Wasser zu isoliren, was sich hier unschwer thun liess. So entstanden die Mumiensargdeckeln ähnlichen, an beiden Enden mit Stanniol gefütterten Ableitungsdeckel aus Guttapercha, wie man einen in Fig. 2 sieht⁴, und wie ich sie eigens für jeden Fisch

¹ L. c. p. 5. No. 1758—1760.

² L. c. p. 7. No. 1767. Note 2; — Vergl. Untersuchungen u. s. w. S. 158.

³ Der Holzschnitt ist den 'Untersuchungen u. s. w.', S. 154. 155. Fig. 43, entlehnt.

⁴ Der Holzschnitt ist den 'Gesammelten Abhandlungen u. s. w.', Bd. II. S. 614. Fig. 42, entlehnt.

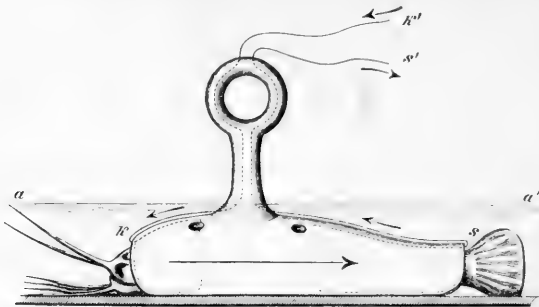


Fig. 2.

über einem nach seinem Maasse geschnitzten Leisten herstellte. Beim Gebrauch der Deckel lag eine Spiegelplatte bb' am Boden der Versuchswanne, und es war nur so viel Wasser darin, dass dessen (in der Figur der Deutlichkeit halber zu hoch gezeichneter) Spiegel den Rücken des auf der Platte ruhenden Fisches tangirte. Ich bewies, dass die den Fisch zwischen den Stanniolbelegen vom Wasser isolirende Guttapercha den Schlag im Versuchskreise mehr als verdoppelte. Die Isolation war so vollkommen, dass zuweilen der Froschwecker versagte, dessen Elektroden an zwei diametral entgegengesetzten Punkten des Umfanges der Versuchswanne eintauchten, und sie wäre noch vollkommener gewesen, wenn ich auch die hintere Öffnung der Deckel mit einer die Schwanzflosse überwölbenden Kappe verschlossen hätte.

Bei Anfertigung dieser Deckel bot sich das Problem, den Belegen die Länge zu ertheilen, welche den stärksten Strom im Versuchskreise giebt. Bei grösserem Widerstand des Kreises fand ich einen längeren, bei kleinerem einen kürzeren Beleg vortheilhafter.¹ So hatte ich es erwartet, und dass dem so sein müsse, sieht man folgendermaassen ein.

Die Fortsetzungen kk_1 , ss_1 der Belege in Fig. 2 kann man als Enden des Versuchskreises auffassen, welche die Belege ableitend berühren. Nach dem HELMHOLTZ'schen 'Principe von der elektromotorischen Oberfläche'² ist die Stärke des Stromes im Versuchskreise gleich dem Potentialunterschied der Punkte der Belege, welche seine Enden berühren, dividirt durch den Widerstand des Versuchskreises + dem des Organes, des Fisches, des umgebenden Wassers u. s. w. zwischen jenen Punkten. Die Belege stellen nämlich nicht bloss Ab-

¹ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 636. 637.

² POGGENDORFF's Annalen der Physik und Chemie, 1853. Bd. LXXXIX. S. 211 ff.

leitungen von den Enden des Organes vor, sondern, sofern sie längs dessen Seitenflächen sich erstrecken, auch vergleichsweise gute Schliessungen zwischen den Enden und den Seitenflächen. Indem durch diese Schliessungen ein Theil des Schlages sich abgleicht, wird der Potentialunterschied der Enden herabgesetzt um so mehr, je kleiner der Abstand der Belege. Der Potentialunterschied der Enden des Versuchskreises wird also um so kleiner, je länger die Belege. Übrigens wird er nicht ganz unabhängig sein von der Lage der Punkte auf den Belegen, welche die Enden des Versuchskreises ableitend berühren; denn da die Belege selber von den Enden des Organes nach ihren einander zugekehrten Rändern zu durchströmt sind, stuft sich in ihnen das Potential in derselben Richtung ab. Darnach wird die aus constructiven Gründen an den Ableitungsdeckeln für den Zitterwels gewählte Anordnung, wobei die Enden des Versuchskreises beziehlich mit dem vorderen Rand des vorderen und dem hinteren Rand des hinteren Beleges verschmelzen, auch theoretisch die richtigste sein, doch ist in der Praxis der Unterschied schwerlich von Belang.

Was den Widerstand des Organes, des Fisches u. s. w., zwischen den ableitend berührten Punkten der Belege betrifft, so ist er nach den HELMHOLTZ'schen Gesetzen derselbe, welchen die leitende Masse einem Strom entgegensetzen würde, den eine im Versuchskreise wirksame elektromotorische Kraft hervorbrächte. In Bezug auf solchen Strom aber stellen nach bekannten Grundsätzen¹ die Belege isoëlektrische Flächen dar. Jener Widerstand wird also um so grösser sein, je kürzer, um so kleiner, je länger die Belege, da deren Ausdehnung den Querschnitt des feuchten an der Grenze des metallischen Leiters bestimmt.

Nennt man P_l, P_k die Potentialunterschiede der Enden des Versuchskreises beziehlich bei langem und bei kurzem Belege, den entsprechenden Widerstand zwischen den Belegen W_l, W_k , den grossen Widerstand im Versuchskreise R , den kleinen r , so bestehen erfahrungsmässig zusammen die Ungleichheiten

$$\frac{P_k}{W_k + R} > \frac{P_l}{W_l + R}, \quad \frac{P_l}{W_l + r} > \frac{P_k}{W_k + r}.$$

Dies setzt voraus, dass auch die Ungleichheiten $P_k > P_l, R > r$ erfüllt sind, und da, wie wir sahen, letzteres erwiesen ist, so ist das beobachtete Verhalten erklärt. Der durch den Versuchskreis sich ergiessende Strom setzt sich dabei in jedem Punkte der leitenden Masse zwischen

¹ G. S. OHM, die galvanische Kette mathematisch bearbeitet. Berlin 1827. S. 128; — G. KIRCHHOFF in POGGENDORFF's Annalen der Physik und Chemie, 1843. Bd. LXIV. S. 500. Anm. 2.

den Belegen nach dem Parallelepiped der Kräfte zusammen mit dem Strom, welcher ohne den Versuchskreis in demselben Punkte stattfände.¹ Eine vollständige Theorie hätte hier noch die Induction und die mannigfachen Polarisationen zu berücksichtigen, doch kann dadurch an der Hauptsache kaum etwas geändert werden.

§. IV. *Von der Ableitung des Zitterrochen-Schlages in einen Versuchskreis.*

Bei der Bemühung nach denselben Grundsätzen auch an Zitterrochen möglichst zweckmässige Ableitung des Schlages zu bewirken, stösst man auf Schwierigkeiten. Man müsste Rücken- und Bauchfläche jedes Organes mit einem metallischen Beleg überziehen, und diese Belege von ihren medialen Rändern ableiten, welche aus Gründen, auf die wir noch zurückkommen, am Rücken die positivsten, am Bauche die negativsten Stellen sind (s. unten S. 196). Befindet sich der Fisch an der Luft, so steht solcher Ableitung nichts im Wege, und BOLL, der seine Rochen ohne Weiteres aufnagelte, hatte sich, nach dem Vorbild meiner Ableitungsdeckel am Zitterwelse, mit Stanniol gefütterte Guttaperchaplatten verfertigt, die sich einerseits der Rücken-, andererseits der Bauchfläche eines Organes möglichst genau anschlossen.² Soll aber der Fisch im Wasser bleiben, so ist es keine leichte Aufgabe, der Bauchfläche der Organe Platten anzulegen. Noch grösser ist die Schwierigkeit, zugleich den übrigen Fisch zu isoliren, was die Leitungsgüte des Seewassers³ hier doch gerade recht wünschenswerth macht. An einem gegebenen Fisch liesse sich dies Alles erreichen, wenn man den Fisch in der Versuchswanne auf eine seine Körperscheibe überragende Guttaperchaplatte lagerte, welche den Organen entsprechend mit zwei Belegen versehen wäre, deren mediale Ränder mit dem einen Ende des Versuchskreises sich verbanden; während dem Rücken des Fisches eine nach dessen Wölbung gebogene Guttaperchaplatte aufgesetzt würde, welche zwei ebenso gelegene und abgeleitete Belege trüge, die Schwanzwurzel frei liesse,

¹ Vergl. HELMHOLTZ, a. a. O. S. 219. — In den 'Gesammelten Abhandlungen' gab ich (a. a. O.) von der verschiedenen Wirkung der langen und kurzen Belege eine weniger durchdachte Erklärung, in welcher der nicht hinlänglich bestimmte Begriff einer 'mittleren Spannung der Belege' vorkam. An die Stelle dieser Erklärung hat die hier gegebene zu treten.

² REICHERT'S und DU BOIS-REYMOND'S Archiv für Anatomie und Physiologie. 1873. S. 78.

³ Vergl. ARTHUR CHRISTIANI, in den 'Untersuchungen u. s. w.' S. 411 ff.

und sonst überall am Umfang der Körperscheibe sich der unteren Platte anschliesse. Allein in der Ausführung stellt sich dieser theoretisch untadelhafte Plan als wenig tauglich heraus. Der Fisch bleibt auf der unteren Platte nicht so liegen, wie er sollte; das Herstellen der oberen Platte ist bei ihrer Ausdehnung, doppelten Krümmung, geringen Wölbung sehr schwierig; sie wirft sich, so dass ihr windschiefer, welliger Rand sich der unteren Platte nur schlecht anschliesst; endlich da es sich nicht, wie einst an meinen Zitterwelsen, darum handelt, an Einem am Leben zu erhaltenden Exemplar möglichst lange experimentiren zu können, ist ein nur einem bestimmten Thier angepasster Apparat nicht einmal von grossem Nutzen. Ich blieb deshalb bei der weniger rationellen, aber viel einfacheren und schliesslich genügenden Anordnung stehen, die man in Fig. 3 schematisch abgebildet sieht.

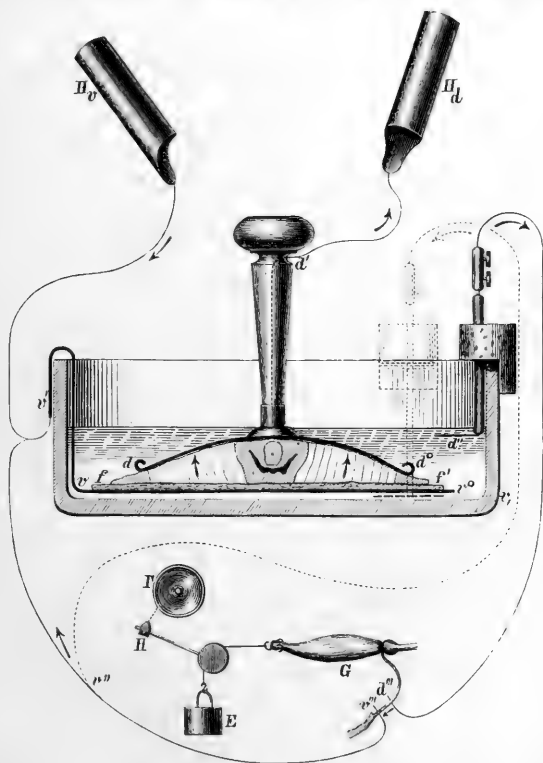


Fig. 3.

Als Versuchswanne diente ein flach cylindrischer Glashafen von 30^{cm} Durchmesser und 10^{cm} Tiefe. Auf seinem Boden lag ein kreisrundes Zinkblech vom ungefähren Durchmesser der Körperscheibe, der Bauchschild $c^{\infty}c$, welchem ein Streif cc' angebogen war, der hakenförmig über die Wand des Hafens heraushing. Mit diesem Streif verbunden war das eine Ende des Versuchskreises. In der Figur ist angenommen, dass dem menschlichen Körper ein Schlag erteilt werden solle. Alsdann befanden sich im Versuchskreise zwei Handhaben, zu deren einer, H_r , der Draht $c'H_r$ führt. Den Bauchschild bedeckt ein gleich grosses mit Seewasser getränktes kreisförmiges Stück Flanell ff' , damit der Rand des dem Fisch aufzusetzenden Rückenschildes $d^{\infty}d$ nie den Bauchschild berühre, da dann der Erfolg im Versuchskreis so nichtig würde, wie in HUMBOLDT's und GAY-LUSSAC's Schlüsselversuch.¹ Auf dem Flanell liegt der Fisch, den die Figur in einem durch die Organe geführten Querschnitt zeigt. Der Rückenschild ist eine nach der Gestalt des Fisches gebogene Zinkplatte mit umgelegtem Rand, oberhalb lackirt, in der Mitte mit einem Holzgriff, durch welchen der ableitende Draht $d'H_d$ isolirt zur zweiten Handhabe läuft. Der der Medianebene des Fisches entsprechende Durchmesser des Rückenschildes ist roth bezeichnet. Ich hatte für verschieden grosse Zitterrochen zwei verschiedene Rückenschilde, den einen von 22, den anderen von 18^{cm} Durchmesser. Der Hafen enthielt so viel Seewasser, dass dessen Spiegel den Rücken des Fisches tangirte.

§. V. *Trägheit der Zitterrochen in der Berliner Gefangenschaft.*

Das Aufsetzen des Deckels genügte, um die Zitterwelse zum Schlagen zu veranlassen, und wenn sie nicht ermüdet waren, schlugen sie zwei bis dreimal hintereinander;² hielt man den Deckel über ihnen fest, noch öfter unter Zappeln bis zur Ermüdung. Die Zitterrochen dagegen liessen sich das Aufsetzen des Rückenschildes oft gefallen, ohne zu reagiren, auch gab es kein sicheres Mittel, sie bei aufgesetztem Schilde zum Schlagen zu bewegen. Sie liessen sich an der Rücken- wie an der Bauchfläche, soweit diese vom Umfange der Körperscheibe her zugänglich war, drücken, reiben, stechen, zwicken, ohne ihre Kraft zu äussern. Selbst dann erfolgte kein Schlag, als ich einer

¹ GILBERT's Annalen der Physik. 1806. Bd. XXII. S. 8; — Untersuchungen über thierische Elektrizität. Bd. II. Abth. I. S. 15. 105; — Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 695.

² Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 617. 618.

aus dem Wasser ragenden Hautstelle die mit der ganz aufgeschobenen secundären Rolle des Schlitteninductoriums verbundenen DUCHENNE'schen Pinsel anlegte, obschon der Gastroknemius im Froschwecker tetanisirt wurde.

Da die Thiere, an denen ich dies erfuhr, bei weitem nicht so lange gefangen waren und gefastet hatten, wie meine Zitterwelse, so muss man wohl einen Unterschied in der Natur der Zitterrochen und Zitterwelse annehmen. Liest man aber WALSH's, MATTEUCCI's, HRN. COLLADON's Angaben über die Leistungen ihrer frischgefangenen Zitterrochen,¹ so scheint jener Unterschied in nichts bestehen zu können, als in rascherem Kraftverlust der Zitterrochen, und in der That berichten auch MATTEUCCI und BOLL, dass »die Energie der elektrischen Organe in der Gefangenschaft sehr schnell abnimmt.«²

Je ungewisser es danach im einzelnen Versuche blieb, ob der Fisch geschlagen habe oder nicht, um so wünschenswerther war es hier, durch den Froschwecker Gewissheit darüber zu erhalten. Fig. 3 zeigt, wie ich ihn mit dem Fisch zu verbinden pflegte. Man erkennt leicht das gewohnte Schema, den Gastroknemius *G*, die Glocke *I*, den Hammer *H*, den Schroteimer *E*. Die eine Ringelektrode *v'''* der (in der Figur fortgelassenen) Reizungsröhre hing durch den Draht *v''v'* mit dem Bauchschilde zusammen, zur anderen, *d'''*, führte der Draht *d'''d''* von einer kreisrunden 3^{cm} im Durchmesser haltenden Zinkplatte *d''*, welche vom Rande des Hafens wagerecht hinabhängend in das Seewasser gerade eintauchte, und für den Froschwecker die Rolle des Rückenschildes übernahm. Bei Versuchen, wo kein Bauchschild gebraucht wurde, stand die Ringelektrode *v'''* mit einer ähnlichen am Boden des Hafens befindlichen (in der Figur punktirten) Zinkplatte *v'* in Verbindung. So zuverlässig wie am Zitterwelse schien der Froschwecker hier nicht zu arbeiten, woran zum Theil die im Vergleich zum Flusswasser soviel bessere Nebenschliessung durch das Seewasser Schuld war. Übrigens kam es auch besonders an den im Frühjahr hergelangten Zitterrochen vor, dass sie reizbarer waren, und sogar wie die Zitterwelse,³ nach Aussage des Froschweckers, aus unbekanntem Grunde von selber schlugen.

¹ Untersuchungen u. s. w. S. 255; — MATTEUCCI, *Traité des Phénomènes électro-physiologiques des Animaux*. Paris 1844. p. 145.

² Archiv für Anatomie u. s. w. 1873. S. 78. — Im Winter hatte sich Hr. Prof. FRITSCH auch am Mittelmeer über die Trägheit der frischgefangenen Zitterrochen zu beklagen. Diese Berichte, 1882. Bd. I. S. 500.

³ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 408.

§. VI. *Der Zitterrochen-Schlag am Menschen.*

Hat man mit nassen Händen die Handhaben ergriffen, und ein Gehülfe reizt den Fisch mit Erfolg, so erhält man einen Schlag, der zwar nur in den Handgelenken fühlbar aus früher entwickelten Gründen¹ doch eine bessere Vorstellung von dem Phaenomen giebt, als man bei unmittelbarem Anfassen des Thieres sich zu bilden vermag. Ich habe dergestalt in meiner Vorlesung mehreren Studenten, die einander durchfeuchtete Hände reichten, den Schlag ertheilt.

Auffallend war die geringe Stärke der Zitterrochen-Schläge verglichen mit der, mir noch wohl gegenwärtigen, der Zitteraal-Schläge. Da indess bei meiner Art, die ersteren Schläge zu nehmen, deren Stärke unter dem Mangel seitlicher Isolirung, besonders bei der guten Leitung durch das Seewasser, sehr leiden musste, so kann ich diese Wahrnehmung nicht ohne Weiteres für eine Bestätigung von Hrn. BABUCHIN's sonst ja theoretisch einleuchtender Angabe hinstellen, dass der Zitterwels-Schlag den Zitterrochen-Schlag übertrifft.² Der Einfluss der Leitungsgüte des Mittels auf die Stärke des Schlages hat sich deutlich gezeigt in Hrn. Dr. HERMES' Erfahrung mit einem Zitterwelse, der jedesmal dass er (zu einem Heilzweck) in physiologische Chlor-natriumlösung gebracht wurde, gerade wie in meinen Versuchen ein Gastroknemius vom Frosch,³ darin scheinbar sein elektrisches Vermögen einbüsste.⁴ Der verstorbene A. v. BEZOLD, der mir bei den Zitterwels-Versuchen half, schlug vor, zur Verstärkung des Schlages das Flusswasser in der Versuchswanne durch gelüftetes destillirtes Wasser zu ersetzen.⁵ Da viele Fische aus der See in die Flüsse steigen, *Narcine brasiliensis* sogar aus dem Manzanares gefischt HUMBERT in Cumaná als *Temblador* oder Zitteraal gebracht wurde,⁶ könnte man vermuthlich ohne grosse Gefahr einen Zitterrochen auf einige Zeit in Süsswasser versetzen. Ich hätte gern versucht, die dabei zu erwartende Verstärkung des Schlages zu beobachten, wäre es wegen der Trägheit der Zitterrochen nicht überhaupt aussichtslos, vergleichende Versuchsreihen über die Stärke ihres Schlages unter verschiedenen Umständen zu unternehmen.

¹ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 619.

² Untersuchungen u. s. w. S. 411.

³ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 379.

⁴ Untersuchungen u. s. w. S. 409, 411.

⁵ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. S. 613.

⁶ Untersuchungen u. s. w. S. 76. 282. 411.

§. VII. *Über die Stromvertheilung am Zitterrochen.*

Beistehender Holzschnitt ist die getreue Nachbildung einer Figur von CAVENDISH, der bei seinem Bestreben, die Wirkungen des Zitterrochen-Schlages durch gemeine Elektrizität nachzuahmen, vor mehr als einem Jahrhundert zuerst zur Vorstellung von Stromcurven

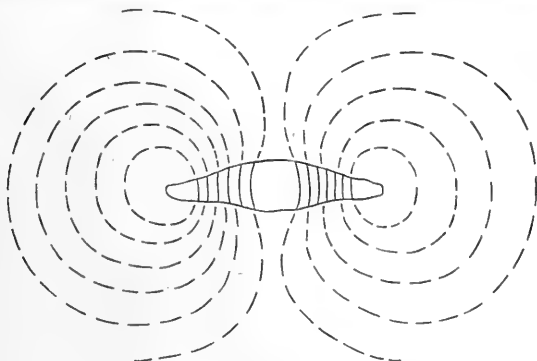


Fig. 4.

kam, und im Verständniß dieses äusseren Vorganges am Thier seiner Zeit so vorauf eilte, dass erst FARADAY wieder denselben Standpunkt einnahm. CAVENDISH versuchte seinen Zweck zu erreichen, indem er an einem ledernen, mit Seewasser getränkten Modell des Fisches die den Polflächen der Organe entsprechenden Stellen mit Zinnfolie überzog und durch isolirte Drähte mit einer Leidener Batterie verband.¹ Er machte so die Polflächen zu isoëlektrischen Flächen; den Verlauf der Stromcurven im Thiere selber liess er unerwähnt, und er konnte auch davon keinen sicheren Begriff sich bilden, da erst siebenzig Jahre später durch mich gezeigt wurde, dass die Annahme isolirender Hüllen in den elektrischen Fischen physikalisch so entbehrlich, wie anatomisch unstatthaft sei.²

Nach beiden Richtungen können wir heute CAVENDISH's Figur berichtigen und ergänzen.

Schon 1831 gelangte Hr. DANIEL COLLADON aus Genf in La Rochelle über die Vertheilung der Elektrizität an der Oberfläche des schlagenden Zitterrochen zu folgenden drei Sätzen:

¹ The Electrical Researches of the Honourable HENRY CAVENDISH etc. Edited by J. CLERK MAXWELL etc. Cambridge 1879. p. 194.

² Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 678.

»1. Alle Punkte des Rückens sind positiv gegen einen beliebigen »Punkt des Bauches. Die Stromstärke nimmt ab in dem Maasse wie »jene Punkte weiter vom Organ liegen; am Schwanz ist sie fast »ganz Null.

»2. Zwei asymmetrische Punkte des Rückens, oder zwei, solche »Punkte des Bauches geben fast stets einen Strom am Galvanometer: der »den Organen nähere Punkt ist am Rücken positiv, am Bauche negativ.

»3. Bei Berührung zweier symmetrischen Punkte des Rückens »oder des Bauches erhält man keine Galvanometer-Ablenkung.«

Da Hr. COLLADON der Erste war, welcher den elektrischen Zustand der Rücken- oder der Bauchfläche des Zitterrochen prüfte, nenne ich Ströme zwischen Punkten einer dieser Flächen COLLADON'sche Ströme.

Hrn. COLLADON's Versuche wurden erst 1836 bekannt. MATTEUCCI, der kurz zuvor das Dasein solcher Ströme geläugnet hatte, berichtete das Jahr darauf (ohne Hr. COLLADON zu erwähnen), dass die den Eintrittsstellen der Nerven entsprechenden Punkte des Organs am Rücken positiv, am Bauche negativ gegen die übrigen seien: eine Angabe, welche mit der damals von ihm erfassten Irrlehre vom Ursprünge der Elektrizität im Gehirne des Zitterrochen zusammenhing.¹

Mir, der ich früh die seitdem durch BILHARZ erkannte elektrische Platte vorgeahnt hatte,² lag eine andere Erklärung nahe. Je höher eine Zitterrochen-Säule bei gleicher Plattenzahl in der Längeneinheit ist, um so grösser muss ihre elektromotorische Kraft sein. Die Säulen nehmen von dem medialen Rande des Organes nach dem seitlichen um etwa 0.6 an Höhe ab (s. unten Fig. 5). Um ebensoviel kann die elektromotorische Kraft der medialen Säulen grösser sein als die der seitlichen. Dies erklärt, weshalb man an dem in der Luft befindlichen schlagenden Rochen einen Strom zwischen medialen und seitlichen Punkten erhält, am Rücken von jenen zu diesen, umgekehrt am Bauch. Am eingetauchten Zitterrochen scheint diese Anordnung die zweckmässige Folge zu haben, dass in den von den höheren Säulen ausgehenden Stromcurven ungefähr dieselbe Stromstärke zu Stande kommt, wie in den kürzeren, von den niedrigeren Säulen entspringenden Curven.

¹ Die Litteratur und das Nähere hierüber findet sich in den 'Gesammelten Abhandlungen' Bd. II. S. 685 ff. — Ich bemerke erst jetzt, dass der Schlusssatz des §. VI auf S. 690 daselbst in Bezug auf MATTEUCCI's vielfach wechselnde Aussagen eine Ungenauigkeit enthält, an deren Berichtigung, die nicht ohne weitläufige Auseinandersetzung möglich wäre, wohl Niemand mehr gelegen ist.

² Vorläufiger Abriss einer Untersuchung über den sogenannten Froschstrom und über die elektromotorischen Fische. POGGENDORFF's Annalen u. s. w. 1843. Bd. LVIII. S. 25. §§. 64, 65; — Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 668. 670; — Untersuchungen u. s. w. S. 284, 285.

Da MATTEUCCI seine Meinung allmählich dahin änderte, dass er den Strom am Rücken von den dickeren zu den dünneren Stellen fließen liess, auch zwischen Rücken und Bauch an den dickeren Stellen einen stärkeren Strom nachwies, als an den dünneren, so hat er sich wohl später (wenn auch ohne mich zu erwähnen), meiner Deutung im 'Vorläufigen Abriss' angeschlossen. Doch blieb ich selber dabei nicht stehen. Wie ich später fand, ging diese Deutung noch nicht auf den Grund. Indem ich nämlich nach Art elektrischer Platten gruppierte Zinkplatin-Elemente plötzlich in Wasser versenkte, ahmte ich, sehr unvollkommen, aber für den Zweck ausreichend, den im Wasser sich ausbreitenden Schlag nach, und prüfte meine Schlüsse über dessen Vertheilung. Ich beschrieb diese Versuche schon früher ausführlich, und kann mich hier darauf beschränken, an deren Ergebniss zu erinnern.

Eine Anordnung elektrischer Platten, welche einer durch zwei Querschnitte begrenzten Scheibe aus dem einen Organ eines Zitterrochen entsprach, in welcher also die Säulen von der einen Seite zur anderen an Gliederzahl abnahmen, lieferte völlig regelmässig Ströme vor der positiven Front¹ von den höheren zu den niedrigeren, vor der negativen Front von den letzteren zu den ersteren Säulen. Aus den Versuchen ergab sich aber, und liess sich auch theoretisch ableiten, dass selbst ohne Unterschied in der Höhe der Säulen COLLADON'sche Ströme entstehen. An einem elektrischen Organe von überall gleicher Säulenhöhe, das sich allein in einer unbegrenzten Wassermasse befände, würden die mittleren Bezirke der Polflächen beziehlich am positivsten und negativsten sein. Man stelle sich an den Organen des Zitterrochen alle Säulen gleich hoch, die Organe nach der Medianebene verschoben, und dort miteinander verschmolzen vor. Dann wird die Medianlinie am Rücken am positivsten, am Bauch am negativsten sein. Denkt man sich dass die Organe wieder auseinanderweichen, so werden an jedem Organe die positivsten und negativsten Stellen je nach dem Abstand der Organe eine mittlere Lage zwischen dem medialen Rand und der Mitte annehmen, welche letztere sie erst wieder erreichen, wenn die Organe unendlich weit von einander abstehen, d. h. wenn deren jedes wieder als allein vorhanden betrachtet werden kann.

So wird es klar, dass auch ohne die lateralwärts abnehmende Höhe der Säulen am Rücken und Bauch des Zitterrochen Ströme im beobachteten Sinne vorhanden sein würden. Die Verjüngung des

¹ Vergl. Untersuchungen über thierische Elektrizität u. s. w. Bd. I. S. 644 ff.; — Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 688 ff.

Organes nach der Seite hin wird jedoch zur Folge haben, einmal diese Ströme zu verstärken, zweitens, die Stelle grösster Positivität und Negativität an die medialen Ränder des Organes zu verlegen. In demselben Sinne scheinen noch Neigungsstrom-Spannungen, nach Art der von mir am schrägen Muskelquerschnitt erkannten,¹ wirken zu müssen.

Aus dem Allen ergibt sich nun aber noch eine andere Folgerung, um welche es mir hier vorzüglich zu thun ist. Wenn die medialen Ränder der Organe am Rücken die positivsten, am Bauch die negativsten Stellen sind, so sind sie also auch beziehlich positiver und negativer als die Medianlinie. Dann muss es am Rücken Ströme geben von jenen Rändern nach dieser Linie, am Bauche von dieser zu jenen. Hrn. COLLADON's zweiter Satz und MATTEUCCI's Angabe, dass die Stellen des Nerveneintrittes am Rücken und Bauche beziehlich die positivsten und negativsten seien (s. oben S. 194), lassen sich so deuten, als hätten ihre Urheber solches Verhalten schon beobachtet. Doch ist unwahrscheinlich, dass ihre Mittel dazu reichten, und dass sie etwas so Auffallendes nicht ausdrücklich erwähnt haben sollten. Wie dem auch sei, die Folge wird lehren, dass es sich verlohnte, unsere Schlüsse in diesem Punkt auf die Probe des Versuches zu stellen, und seit Jahrzehnden wartete ich auf die Gelegenheit.²

Ein Zitterrochen von 29^{cm} Länge lag zuerst auf dem Bauch am Boden des Hafens, der nur so viel Seewasser enthielt, dass sein Rücken eben bedeckt war. Um die Schläge in den Versuchskreis abzuleiten, diente diesmal folgende Vorrichtung. Zweien in Korken eingeklemmten, verquickten Zinkplatten von 10^{cm} Länge und 25^{cm} Breite konnte auf die von NÖRREMBERG angegebene Art³ jede Stellung und jeder nöthige Abstand ertheilt werden. An die Platten waren balkenförmige,⁴ gleich breite, mit Zinksulphatlösung getränkte Bäusche, und darüber solche mit Seewasser getränkt, gebunden. Letztere ragten mit einem zugespitzten Theil über die Zinkbäusche fort, und berührten die abzuleitenden Punkte des Fisches. Von den Zinkplatten führten Drähte zur Bussole, an der 5000 Windungen sich in 30^{mm} Abstand von dem eben aperiodischen leichten Magnetspiegel befanden.⁵ Wenn der Fisch nicht schlug, wurde der Spiegel nur um wenige Scalentheile abgelenkt. Diese Ungleichartigkeiten wurden mittels des runden Compensators aufgehoben. Der Froschwecker war in Verbin-

¹ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 93—127.

² Ebenda, S. 690.

³ Ebenda, S. 648.

⁴ Ebenda, Bd. I. S. 7.

⁵ Es war Spiegel I aus meiner ersten Abhandlung 'Über aperiodische Bewegung gedämpfter Magnete.' Ebenda, Bd. I. S. 308. 309.

dung mit zwei wagerechten Zinkplatten aufgestellt, deren eine auf dem Boden des Glashafens ruhte, die andere eben in's Wasser tauchte (s. oben S. 191). Ich beobachtete an der Busssole, Hr. Prof. FRITSCH, der im Behandeln der Zitterrochen sehr geübt ist, handhabte den Fisch, und Hr. Prof. CHRISTIANI beaufsichtigte die übrigen Vorrichtungen.

Wurde die eine Spitze auf den medialen, die andere auf den seitlichen Rand des einen Organs in der dessen Länge etwa hälftenden Querlinie gesetzt, und der Fisch zum Schlagen gereizt, so erfolgte, während meist zugleich der Froschwecker erklang, ein Ausschlag stets im Sinne (durch die Busssole) von dem medialen nach dem seitlichen Rande zu. Die Grösse des Ausschlages war sehr ungleich. Beispielsweise betrug sie an zwei verschiedenen Tagen

rechts 135, links 100;
 „ 100, „ 500 + x^{sc} ,

d. h. im letzten Falle verschwand die Scale aus dem Gesichtsfelde. Diese Unterschiede mochten zum Theil von verschiedenem Widerstande des Kreises herrühren, bedingt durch verschieden starkes Andrücken der Spitzbäusche, zum grössten Theile beruhten sie wohl auf grösserer oder geringerer Anstrengung des Fisches, und bei der aus der Ordnung fallenden Ablenkung über die Grenzen der Scale folgten sich vielleicht mehrere Schläge so dicht, dass sie am Froschwecker verschmolzen.

Blieb nun die eine Spitze auf dem medialen Rande stehen, und wurde die andere der Medianlinie aufgesetzt, so erfolgten Ausschläge stets in der vorhergesehenen Richtung, nämlich vom Rande des Organes zur Medianlinie, und zwar im Betrage von

	rechts	links
1.	30	
2.		15
3.	20	
4.		19 ^{sc} ,

also mit aller nur zu erwartenden Regelmässigkeit.

Jetzt wurde der Fisch auf den Rücken gelegt. Seine heftigen Anstrengungen, sich umzukehren, begleiteten, nach Aussage des Froschweckers, zahlreiche Schläge. Als hier die Spitzen einerseits der Medianlinie, andererseits den der medialen Grenze der Organe entsprechenden Kiemenöffnungen aufgesetzt waren, erfolgten beim Schlagen

rechts 160, links 70^{sc}

im richtigen Sinne, d. h. diesmal von der Medianlinie zum Rande des Organs.

Der Schlag zwischen Rücken und Bauch warf jedesmal die Scale weit aus dem Gesichtsfelde, und bei diesen ersten Versuchen, wo so

viel Anderes und Wichtigeres sich zur Beobachtung drängte, wurde die Stärke der COLLADON'schen Ströme mit der des Schlages zwischen den Polflächen noch nicht verglichen.

Dagegen unterliess ich nicht, um das Dasein der neuen Ströme vollends sicher zu stellen, den Schlag mehrmals auch von symmetrischen Punkten abzuleiten, erhielt aber ein abweichendes Ergebniss von dem, welches Hr. COLLADON's dritter Satz (s. oben S. 194) erwarten liess, nämlich im Anschluss an die letzten Versuche zwischen zwei nach aussen von den Nasenlöchern gelegenen Punkten der Bauchfläche einen Ausschlag von 160° von rechts nach links; an einem anderen Versuchstage zwischen den entsprechenden Punkten der Rückenfläche einen Ausschlag von 42° von links nach rechts, und zwischen zwei symmetrischen Punkten der Körperscheibe einige Centimeter hinter den Organen 29° in derselben Richtung. Als ich die linke Spitze stehen liess, und die andere auf den hinteren Umfang der linken Brustflosse setzte, erfolgten 230° in der richtigen Richtung, d. h. von dem den Organen näheren Punkte zu dem davon entfernteren.

Die Wirkungen zwischen symmetrischen Punkten beweisen zunächst nur, dass der Fisch nicht mit beiden Organen gleich stark schlug, und zwar gebrauchte er beidemal, in dem Versuch an der Bauchfläche und in dem an einem späteren Tag angestellten an der Rückenfläche, stärker das linke Organ. Dass Hr. COLLADON solche Wirkungen nicht sah, kam vielleicht davon, dass seine äusserst kräftigen Fische ihre beiden Organe gleichmässiger innervirten. Vielleicht dass auch diese Wirkungen sich im Allgemeinen seinen Beobachtungsmitteln entzogen; da dann die neuen von uns erkannten Ströme zwischen Medianlinie und medialem Rand der Organe ihm vollends entgehen mussten.

Die Wichtigkeit letzterer Ströme aber liegt in Folgendem. Gegen meine Lehre von der relativen Immunität der Zitterfische für ihren eigenen Schlag wandte Hr. DE SANCTIS ein, dass er, die Hand im Leib eines an der Luft befindlichen Zitterrochen, nichts von dessen Schlägen empfand. Er schloss daraus, dass kein in Betracht kommender Theil des Schlages durch den Leib des Fisches gehe, ohne zu bedenken, dass dies bei dem Thier an der Luft der Fall sein könne, für das eingetauchte aber nicht zu gelten brauche. An der Luft muss der Strom, um durch den Leib zu gehen, seinen Weg längs der dünnen, vielleicht halbtrockenen Haut nehmen, und es ist nicht zu verwundern, wenn die Hand im Leibe des Fisches nicht viel davon verspürt.¹ Inzwischen ist es doch unter diesen

¹ Vergl. Untersuchungen u. s. w. S. 128.

Umständen BOLL am Zitterrochen nach meinem Vorgang am Zitterwelse gelungen, mittels zweier bis auf die Spitzen isolirter Drähte den Schlag im Inneren des Fischleibes nachzuweisen.¹

Dadurch wird der Beweis nicht entwerthet, der sich hier dafür ergibt, dass der Zitterrochen-Schlag wirklich den Leib des Fisches durchdringt, ja gerade in Hirn und Rückenmark und den grossen Nervenstämmen die grösste Dichte erlangt. Die Ströme, welche am Rücken von den medialen Rändern der Organe nach der Medianlinie, am Bauche von dieser zu jenen Rändern fliessen, nehmen nothwendig den Weg durch Hirn und Rückenmark, und da dies die kürzeste Bahn zwischen den wirksamsten Theilen beider Organe ist, so giebt es am Zitterrochen keine stärkeren Ströme. Vielmehr bestätigt sich hier wie am Zitterwelse meine Behauptung, dass der Leib des Zitterfisches für die Aufnahme des Schlages den eigenen Organen sich günstiger angelegt findet, als der eines anderen, irgendwie genäherten Thieres.²

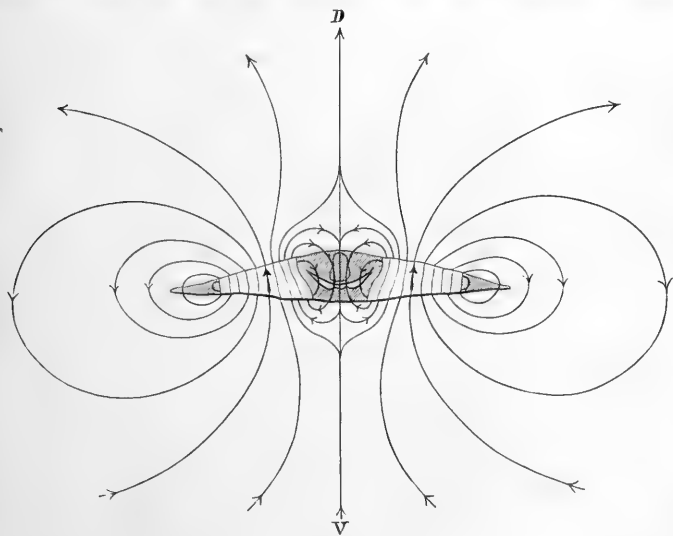


Fig. 5.

Ein Blick auf Fig. 5 macht dies deutlicher, welche nunmehr zeigt, wie wir, an der Hand der gewonnenen Ergebnisse, CAVENDISH'S Dia-

¹ Vergl. Untersuchungen u. s. w. S. 260. 261.

² Monatsberichte der Akademie. 1858. S. 107; — Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 638.

gramm abzuändern haben. Der dargestellte Querschnitt ist, bis auf die nur schematisch angedeuteten Säulen, strenge nach der Natur gezeichnet. Man sieht zunächst, dass die Stromcurven nicht bloss aus den sogenannten Polflächen ausstrahlen, sondern auch die Seitenflächen der Organe schneiden.¹ Sie verlaufen dann sowohl nach innen wie nach aussen durch den Körper des Fisches, und füllen weiterhin den Raum aus. Aus den Polflächen aber brechen die Curven nicht, wie CAVENDISH sie zeichnete, in der Verlängerung der Axe der Säulen hervor. Sondern die so gerichteten Curven setzen sich nach dem Princip der Superposition der Ströme zusammen mit den Curven, welche von den dickeren zu den dünneren Theilen des Organs, und schon durch diese zur Bauchfläche streben. Daher die in der Figur sichtbare, lateralwärts geneigte Richtung der resultirenden Curven. Es kehrt hier ein Verhältniss wieder, mit dem ich schon einmal, in der 'Experimentalkritik der Entladungshypothese', zu rechnen hatte. Eine als elektrische Platte aufgefasste Nervenendplatte, welche also um so stärker elektromotorisch wirkt, je dicker sie ist, und welche von der Mitte nach dem Rande zu dünner wird, gleicht dem lateralwärts sich verjüngenden Zitterrochen-Organ; und auch dort müssten, wenn es wirklich Nervenendplatten in diesem Sinne gäbe, die Stromcurven schräg aus der einen Fläche aus- und in die andere einstrahlen.² Denkt man sich aber einen sagittalen Schnitt durch das eine Zitterrochen-Organ gelegt, so werden, da nach vorn und hinten zu keine mit der transversalen vergleichbare Abnahme der Säulenhöhe stattfindet, die Stromcurven in sagittaler Ebene zunächst in der Richtung der Säulen verlaufen. Das ganze System der Curven könnte nur durch ein Modell versinnlicht werden.

In demselben Sinne, wie die grössere Höhe der medialen Säulen, muss auf die Richtung der Stromcurven am Rücken die in der Figur bemerkbare Neigung der medialen Säulen nach aussen wirken, deren Axe parallel die Elektrizität getrieben wird, während am Bauche, wie es in der Figur angedeutet ist, die Neigung der Curven durch denselben Umstand verringert wird. An dem von Hrn. FRITSCH in dem oben S. 184 erwähnten Aufsätze genau abgebildeten Querschnitt eines ganz jungen Zitterrochen ist die Schrägstellung der Säulen viel auffällender. Die Gegend über der Mitte des Fisches wird dadurch scheinbar von dichteren Stromcurven entblösst, und fortificatorisch gesprochen vergleichsweise zu einem toden Winkel. Der teleologische Sinn dieser Einrichtung bleibt dunkel, da bei der Lieblingsstellung des

¹ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 629. 682; — Untersuchungen u. s. w. S. 148.

² Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 708. Fig. 47.

Fisches, wenn er in den Boden eingewühlt ruht, seine Bauchfläche keines, seine Rückenfläche gerade des grössten Schutzes bedürftig erscheint.

§. VIII. *Über die Jodkalium-Elektrolyse durch den Zitterrochen-Schlag.*

Als ich, nach FARADAY'S Vorgang am Zitteraale, mich der Jodkalium-Elektrolyse bediente, um auch damit die Richtung des Schlages am Zitterwelse zu bestimmen, stiess ich, wie schon mehrmals erzählt, auf die Erscheinung des secundären Jodfleckes, d. h. ich sah nicht allein unter der positiven, sondern auch unter der negativen Platinspitze einen Fleck entstehen. Ich begriff sofort, dass ich hier denselben Vorgang vor mir hatte, der mir früh entgegengetreten war, als ich das gleiche Mittel anwandte, um in verwickelten Inductionskreisen die Richtung des Stromes zu erkennen.¹ Bei der Zersetzung des Jodkaliums polarisiren sich die Platinspitzen, und wenn, wie bei Inductions-, bei Zitterfisch-Versuchen, der Kreis nicht augenblicklich wieder geöffnet wird, folgt dem primären Strom auf dem Fuss ein secundärer oder Polarisations-Strom in der umgekehrten Richtung, und erzeugt einen Fleck an der erst negativen, nun positiven Spitze. Durch die Wahrnehmung an den Zitterwelsen veranlasst, machte ich die Entstehung des secundären Jodfleckes überhaupt zum Gegenstand einer ausführlichen Untersuchung, von deren Ergebnissen ich hier nur zwei in Erinnerung bringen will. Übersteigt erstens die im primären Strom während der Zeiteinheit sich abgleichende Elektricitätsmenge eine gewisse Grenze, so erscheint kein secundärer Fleck mehr. Dagegen giebt es zweitens Umstände, unter welchen der secundäre Fleck den primären übertrifft, so dass die Jodkalium-Elektrolyse zu einem völlig trügerischen Kennzeichen der ursprünglichen Stromrichtung wird. Dies ist der Fall, wenn man ausser den in die Jodkaliumlösung tauchenden Platinspitzen noch ein Platin-Elektrodenpaar, etwa in verdünnter Schwefelsäure, im Kreise hat.²

Die Möglichkeit verdiente Erwägung, ob nicht der doppelte Jodfleck auf Hin- und Hergehen des Fisch-Schlages beruhe, was wichtig gewesen wäre. Mittels des Froschunterbrechers überzeugte ich mich, dass nichts der Art stattfindet. Der secundäre Fleck blieb aus, wenn der Kreis unmittelbar nach dem Schlag, oder gegen dessen Ende

¹ Untersuchungen über thierische Elektricität, Bd. II. Abth. I. 1849. S. 400.

² Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 648. 666.

geöffnet wurde. Übrigens gelang es auch am Zitterwels selber einigemal den secundären Fleck dadurch zum stärkeren zu machen, dass die Ableitung vom Fisch mit Platinelektroden geschah. Somit war die Abhängigkeit des secundären Fleckes von der Polarisirung auch hier erwiesen, und in Bezug auf ihn blieb am Zitterwels kein Dunkel zurück.

Unbegreiflich blieb nur, dass von den Beobachtern, welche am Zitterrochen und Zitteraal unzähligemal vor mir Jodkalium-Elektrolyse vornahmen, keiner den secundären Fleck erwähnte; auch FARADAY nicht, der gerade dieses Mittels sich bedient hatte, um die Vertheilung der Spannungen an seinem Fisch zu studiren. Vielleicht dass am Zitteraale der Schlag schon zu stark ist, um die Bildung des secundären Fleckes zu gestatten. Auf alle Fälle misslang auch SACHS, dem ich die Aufklärung dieses Punktes an's Herz gelegt hatte, die Darstellung des secundären Fleckes am Zitteraale.¹

Höchst begierig war ich nun zu sehen, was unter meinen Händen der Erfolg am Zitterrochen sein würde. Da zum Versuch nichts gehört als der Jodkalium-Elektrolysator und der Froschwecker, konnte ich ihn durch Hrn. Dr. HERMES' Güte schon im Sommer 1881 im Berliner Aquarium anstellen (s. oben S. 182). Ich habe ihn seitdem oft wiederholt, und ausnahmslos den secundären Fleck, tief schwarz und im Augenblick des Entstehens scharf begrenzt, vor meinen Augen werden sehen, habe auch dasselbe mehreren Beobachtern gezeigt. Die dem Fisch angelegten Elektroden waren zuerst nur ein Paar Zinkplatten, später die oben beschriebenen Bauch- und Rückenschilder. Es versteht sich, dass auf ihre Gleichartigkeit geachtet wurde; die Flecke entstanden immer nur, wenn zugleich der Froschwecker anschlug. Im Allgemeinen schienen mir beide Flecke nicht so stark wie am Zitterwels. Ich versuchte auch, durch Anwendung von Platinelektroden den secundären Fleck zum grösseren zu machen. Dies gelang nicht, doch wurde er so noch deutlicher zum Vorschein gebracht. Dagegen gelang es leicht, der Bildung des secundären Fleckes mittels des Froschunterbrechers vorzubeugen. 30^{te} Überlastung verzögerten die Öffnung des Kreises genügend, um noch die Bildung des primären Fleckes in nicht merklich verminderter Grösse, ohne secundären Fleck, zu gestatten; schloss man eine Nebenleitung zum Froschunterbrecher, so war beim nächsten Schlage der secundäre Fleck wieder da.

Was die Sache selber betrifft, ist somit auch am Zitterrochen Alles in Ordnung, und dunkel bleibt schliesslich immer wieder nur.

¹ Untersuchungen u. s. w. S. 163 ff.

wie der secundäre Fleck den früheren Beobachtern entgehen konnte, namentlich MATTEUCCI, der ausser den Platinspitzen Platinelektroden zur Ableitung anwandte, wodurch der secundäre Fleck, wenn auch nicht stets zum stärkeren, doch sicher verstärkt wird. Ich kann mir nicht denken, dass die Zitterrochen-Schläge, durch welche Joux DAVY und MATTEUCCI Jodkalium zersetzten, die kräftigen Schläge meiner Zitterwelse an Stärke dermaassen übertrafen, dass wegen zu grosser darin sich abgleichender Elektrizitätsmenge der secundäre Fleck ausblieb (s. oben S. 201). Ebenso unwahrscheinlich ist bei der Empfindlichkeit des Jodkaliums die einzige andere hier noch offene Möglichkeit, deren ich am Schluss der Abhandlung: 'Über Jodkalium-Elektrolyse u. s. w.' schon gedachte, dass in jenen Versuchen, die an dem aus dem Wasser genommenen Zitterrochen angestellt wurden, der Widerstand des Kreises zu gross gewesen sei, in welchem die Polarisation sich abglich. Der Fisch blieb mit gut leitendem Seewasser benetzt; er ist in der Richtung des Stromes kurz und von grossem Querschnitt; seine Gewebe leiten vermuthlich besser als die des Zitterwelses:¹ so dass der Widerstand schwerlich grösser war als in meinen Versuchen am Zitterwelse. Unter diesen Umständen kann ich den Verdacht nicht unterdrücken, dass der secundäre Fleck wohl gesehen, aber als unverständliche Störung beiseite gelassen wurde. Eine Andeutung der Art findet sich bei MATTEUCCI.²

Um Andere in Stand zu setzen, meine Versuche in möglichst gleicher Art zu wiederholen, bilde ich schliesslich in Fig. 6 meinen seit langer Zeit bewährten Jodkalium-Elektrolysator ab, als eine meines Erachtens im elektrischen Laboratorium unentbehrliche Vor-

¹ Nach Hrn. LÉON FREDERICQ enthält das Blut von *Octopus vulgaris* und *Astacus marinus* etwa viermal mehr Salze als das von Säugern, und nach BOLL hat für die Gewebe des Zitterrochen erst eine 2.5-procentige Chlornatriumlösung die 'physiologische' Concentration (Untersuchungen u. s. w. S. 133). Danach leiten die Gewebe von See- thieren wahrscheinlich auch besser. Ich fand noch nicht Zeit, dies am Zitterrochen festzustellen. Jeder andere Seefisch aus dem Aquarium wird dazu ebenso taugen. Mit Rücksicht auf BOLL's Angabe hätte der Thon für die Zitterrochen-Versuche eigentlich mit 2.5-procentiger Lösung, statt wie gewöhnlich mit 0.75-procentiger, angetanet werden müssen. Doch beobachtete ich Nichts, was als üble Folge dieser Versäumniss sich hätte deuten lassen. Den 118 Analysen von Fischfleisch, welche unlängst Hr. ATWATER aus Middletown (Conn. U. S. A.) in den 'Berichten der Deutschen chemischen Gesellschaft' veröffentlichte (Sechszehnter Jahrgang, No. 12, 23. Juli 1883, S. 1839 ff.), ist eine Überlegenheit der Seefische über die Süsswasserfische hinsichtlich der Asche ihrer Muskeln nicht sicher zu entnehmen, dagegen scheint die Zusammenstellung von Hrn. J. KÖNIG (Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel u. s. w. Berlin 1883. 2. Aufl. S. 179, 180) dafür zu sprechen. Nach Hrn. WEYL liefert das Zitterrochen-Organ 1.55 Procent Asche, etwas mehr als das Muskelfleisch von Flussfischen nach diesen Bestimmungen (Monatsberichte der Akademie, 1881, S. 382).

² Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 650.

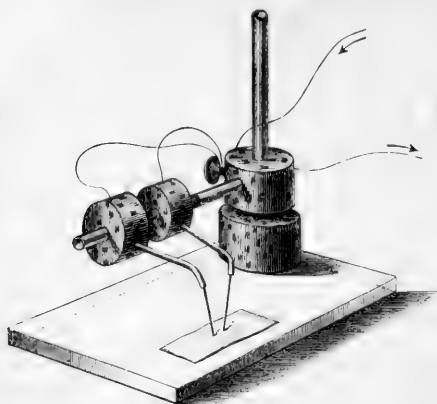


Fig. 6.

aus gemessen, 125^{mm} lang. Wie ich a. a. O. angab, beobachtet man den secundären Fleck am besten, indem man ihn durch die unter einem passenden Winkel gegen den Horizont eingespannte Glasplatte hindurch von hinten entstehen sieht. Damit das Jodkaliumpapier die Flecke durchscheinen lasse, nimmt man feinstes Fliesspapier in einfacher Lage.

richtung, die so leicht zu beschaffen, doch so selten angetroffen wird. Die Beschreibung steht am Eingange der Abhandlung 'Über Jodkalium-Elektrolyse u. s. w.' Hier sei nur noch bemerkt, dass die Spiegelglasplatte 150^{mm} lang und 75^{mm} breit ist; das als senkrechter Ständer dienende Glasrohr ist 150^{mm} , das als wagerechte Axe die Korke tragende, von der Axe des senkrechten Rohres

§. IX. Vom Organstrom am Zitterrochen.

Unter Organstrom verstehe ich, im Gegensatz zum Schlage, einen durch die Organe in der Regel im Sinne des Schlages dauernd erzeugten Strom, unter Organstromkraft die solehem Strome zu Grunde liegende elektromotorische Kraft. Diese an den Muskeltonus erinnernde Art von Thätigkeit des Organes wurde zuerst von ZANTEDESCHI am Zitterrochen bemerkt, wo sie später MATTEUCCI bestätigte, Hr. ECKHARD läugnete. Am Zitterwelse vermisste ich sie. Dagegen behauptet sie Hr. CH. ROBIN sogar an dem unvollkommenen elektrischen Organ des gemeinen Rochen, und am Zitteraale bot sie sich SACHS ganz regelmässig dar.¹

¹ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 672. 718. 722. 723. Anm.; — Untersuchungen u. s. w. S. 169. — Wie ich kürzlich fand, schreibt schon GALVANI in seinem fünften Brief an SPALLANZANI dem Zitterrochen eine dauernde elektrische Wirkung zu, welche sich ihm durch Zuckungen von Froschpräparaten verrieth, die er (in einem Falle an einem Seidenfaden aufgehängt) den Fisch mit den Füßen be-

Ich liess mir angelegen sein, die Frage nach dem Dasein eines Organstromes am Zitterrochen wo möglich zu entscheiden. Zu meinen ersten Versuchen der Art diente ein 36^{cm} langer Zitterrochen, der von Ende Mai ab etwa fünf Wochen im Berliner Aquarium gelebt hatte. Damit er vor dem Versuche möglichst wenig durch Schlagen sich ermüde, wurde er folgendermaassen getödtet. Hr. Prof. FRITSCH setzte dem ruhig im Zuber liegenden Fisch ein aus einem Stahlrohre von 13^{mm} Durchmesser dazu verfertigtes scharfes Locheisen auf die Stelle der knorpeligen Schädelkapsel, wo er sicher war, die elektrischen Lappen des Gehirnes zu treffen, und stanzte diese Lappen mit einem einzigen Hammerschlag aus, der das Locheisen durch die Dicke des Fisches in den Boden des Zubers trieb. Zum Beweise der gelungenen Operation steckten die Lappen im Locheisen. Der Fisch zuckte noch ziemlich viel, schlug aber nicht mehr. Er wurde aus dem Wasser genommen und mittels eines durch den Rand der Brustflosse gestossenen anatomischen Hakens mit seiner Körperscheibe in senkrechter Ebene aufgehängt. So konnte man der Bauch- und Rückenfläche mit den oben S. 196 beschriebenen, wagerecht gestellten Bäuschen bequem beikommen. Stets wurden sie so angelegt, dass der eine in der Verlängerung des anderen lag. Die Bussole hatte dieselbe Empfindlichkeit, wie in den Versuchen über die COLLADON'schen Ströme.

Mit grosser Regelmässigkeit gab sich ein Strom im Sinne des Schlages zu erkennen. Er war am stärksten, wenn die höchsten Säulen, am medialen Rande des Organes, zwischen den Bäuschen sich befanden, und ward schwächer in dem Maasse, wie die Bäusche dem dünneren seitlichen Rande des Organes sich näherten. Betrug er beispielsweise im ersten Falle 18^{sc}, so sank er in der Mitte des Organs auf 9, am Rand auf 3^{sc}. Auch zwischen den Organen in der Medianebene, und am Rand der Körperscheibe, wo kein Organ mehr liegt, war er in derselben Richtung spurweise vorhanden; was in der Ordnung ist, da der dauernde Strom so gut wie der augenblickliche Schlag durch Haut und Leib des Fisches sich abgleicht, und auf diesem Wege Stromzweige in jede sich darbietende Nebenleitung sendet. Mit anderen Worten, die elektromotorische Oberfläche des nicht schlagenden Fisches unterscheidet sich von der des schlagenden, abgesehen von den kleineren Potentialunterschieden, wahrscheinlich nur durch die den Schlag begleitende Induction. Mit der durch das Auslochen der elektrischen

rühren liess (Memorie sulla Elettricità animale . . . al celebre Abate LAZZARO SPALLANZANI ec. Bologna 1797. 4. p. 75). Doch sind GALVANI's Angaben theils anderer Auslegung fähig, theils nicht recht verständlich.

Lappen verursachten Wunde hatten die wahrgenommenen Wirkungen nichts zu schaffen.

Es gab noch eine andere Art, den Organstrom zu erforschen. Im Hinblick auf künftige Versuche am Zitterrochen, hatte ich mich seit langer Zeit gesorgt, wie man wohl ein regelmässig begrenztes Bündel von Säulen erhalten könne, um daran zu experimentiren wie am Muskel oder am Zitterwels-Organ. Letzteres ist durch die äussere Haut und die innere Sehnhaut von Natur so begrenzt, dass man daraus bequem mit der Scheere regelmässige Streife von gegebener Länge und Breite schneiden kann. Dagegen Prismen aus dem Organ von todtten Zitterrochen, die ich früher einmal aus Triest kommen liess, zu sanduhrähnlicher Gestalt zerflossen.¹ Schon hatte ich mir allerlei Kunstgriffe ausgedacht, um dieser Schwierigkeit zu begegnen, nach Art von Trepankronen kreisende scharfe Locheisen, mit welchen ich ein cylindrisches Stück Organ ausschneiden, Rinnen aus Glas oder Kammmasse mit verschiebbaren Seitenwänden, in denen ich die Stücke einengen wollte. Als ich endlich im vorigen Sommer mich der Wirklichkeit gegenüber befand, zeigte es sich, dass dies Alles überflüssig war. Mit einem langen, breiten und geraden Messer, einem Schinkenmesser oder englischen Brodmesser, dessen Gebrauch am Zitterrochen ich Hrn. Prof. FRITSCH absah, schneidet man vom Organ eine 5—6^{mm} dicke Scheibe, deren Dicke nur wenige Säulen umfasst, und legt sie mit der einen Schnittfläche auf starkes Kartenpapier, dem sie sich fest ansaugt. Von solcher Scheibe kann man dann mit der Scheere, am besten einer nicht sehr scharfen Scheere mit langen Blättern, wie eine Papierscheere, vierseitig prismatische Stücke Organ abschneiden, die, an Rücken und Bauch durch ein quadratisches Stück Haut von 5—6^{mm} Seite begrenzt, aus einer mässigen Anzahl von Säulen bestehen. Man lagert ein solches Stück auf die bekannte dreieckige Glasplatte des allgemeinen Trägers,² und indem man den häutigen Grundflächen die Thonschilde der Zuleitungsbäusche anlegt, welchen sie gut anhaften, und die Gefässe sanft auseinanderzieht, streckt man die Säulen zu ihrer vollen Länge gerade aus. In diesem Zustande stellt sich ein gelungenes Praeparat als ein sehr reinliches und zierliches Versuchsobject dar, dessen Länge sich natürlich ausser nach der Grösse des Fisches nach der Stelle des Organes richtet, der es entnommen wurde. Die längsten Säulen, über die ich verfügte, maassen etwa 29^{mm}. Sie waren also kürzer als das Muskelpaar vom Oberschenkel des Frosches, die Säulenbündel erschienen eher etwas dicker.

¹ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 721.

² Untersuchungen über thierische Elektrizität. Bd. I. 1848. S. 495. 496.

Ich stellte mir zuerst vor, dass die das Praeparat begrenzenden Schnitte nicht zwischen, sondern durch die Säulen, bestenfalls ihrer Axe parallel, trafen, so dass die Seitenflächen dicht besetzt seien mit Fetzen elektrischer Platten, die theils nach oben, theils nach unten der Fläche und einander anklebten, oder sich einrollten. Allein die aufmerksamste Betrachtung unter der Lupe in Flüssigkeit liess nichts von diesen Fetzen erkennen. Vielmehr scheinen die Säulen sich vor den Blättern der Scheere mit unversehrter fibröser Hülle von einander zu trennen. Es kommt freilich oft vor, dass von einer Säule nur der obere, untere oder mittlere Theil dem Bündel anhängt, meist aber kann man solche Verunreinigungen leicht entfernen. Übrigens würden die vermutheten Fetzen von Platten wegen ihrer Verlagerung und Verletzung wohl nicht mehr merklich oder wenigstens nicht lange mehr elektromotorisch wirken, und nur als Nebenschliessung könnten sie in Betracht kommen.

Solcher Säulenbündel werden wir uns zu den Versuchen über Polarisation des Organes bedienen, welche, wie ich kaum zu sagen brauche, eine unserer vornehmsten Aufgaben sind. Diese Versuche nehmen hier folgende Gestalt an. Da die Säulenbündel nicht zucken, braucht man sie nicht wie Muskeln zu immobilisiren. Es genügt, die Zuleitungsgefässe, zwischen deren Thonschilden das Säulenbündel auf der dreieckigen Glasplatte ruht, zu Enden des polarisirenden Stromkreises zu machen, um den Säulen den Strom durch die Bauch- und Rückenfläche in sehr zweckgemässer Art zuzuführen. Zur Aufnahme des Polarisationsstromes dient ein Paar unpolarisirbarer Zuleitungsröhren, deren Thonspitzen dem Praeparat innerhalb der den polarisirenden Strom zuführenden Thonschilden anliegen.

Dabei zeigte sich im Bussolkreise ganz regelmässig der Organstrom, wie denn schon MATTEUCCI angibt, ihn an cubischen Stücken Organ von nur 2^{mm} Seite wahrgenommen zu haben.¹ Diese Art ihn zu beobachten, hat den Vortheil, dass der Verdacht auf einen elektromotorischen Unterschied der pigmentirten Rücken- und der pigmentlosen Bauchhaut von selbst fortfällt. An Praeparaten von noch einigermaassen frischen Organen hatte der Organstrom stets die Richtung des Schlages. Leicht war zu zeigen, dass eine säulenartige Anordnung elektromotorischer Kräfte ihn erzeugte, denn er erschien in demselben Sinne gleichviel wo die Thonspitzen aufgesetzt wurden, und seine Stärke wuchs mit deren Abstand. Beispielsweise betrug sie zwischen der Mitte und dem der Rückenfläche nächsten Punkte der Seitenflächen,

¹ Archives des Sciences physiques et naturelles. Nouvelle Période. t. XV. 1862.

welchem noch sicher heizukommen war, $+13.5''$ (wo das Pluszeichen bedeutet, dass die Wirkung im Sinne des Schlages stattfand); zwischen der Mitte und dem der Bauchfläche nächsten Punkte $+10''$; zwischen den beiden äussersten Punkten aber $+23''$; wegen des bedeutenden Widerstandes der Zuleitungsröhren nur etwas weniger als die Summe der Wirkungen beider Hälften. In einem anderen Falle waren die entsprechenden Zahlen $+5$, $+4$, $+11''$. Schmitt die Verbindungslinie der Thonspitzen die Axe der Säulen senkrecht, so erfolgte keine in Betracht kommende und regelmässige Wirkung.

Ich habe bei diesen Versuchen die Organstromkraft sehr oft gemessen, und sie zwischen 0.005 und 0.013 Raoult gefunden, also meist erheblich kleiner, als die Nervenstromkraft bei Fröschen. Die Stromkraft an etwa 4^{cm} langen Stücken Zitteraal-Organ bestimmt Sachs zu 0.015 bis 0.030, also im Mittel zu 0.0225 Daniell. Die Länge meiner Säulenbündel, je nachdem sie vom medialen oder seitlichen Rande des Organes stammten, schwankte zwischen 29 und 12^{mm}, ihre mittlere Länge betrug also 2^{cm} und ihre mittlere Kraft war $(0.005 + 0.013) / 2 = 0.009$ Raoult, oder ungefähr 0.0085 Daniell.¹ Bei doppelter Länge wäre die Kraft 0.0170, und somit nur wenig kleiner gewesen als die mittlere Kraft ebenso langer Stücke Zitteraal-Organ.

Doch lässt sich dies Zusammentreffen noch weiter verfolgen. Rechnet man im Zitteraal-Organ auf das Millimeter im Mittel zehn Platten, so findet man für die einzelne Zitteraal-Platte die mittlere Organstromkraft zu $(0.0000375 + 0.0000750) / 2 = 0.00005625$. Wegen einer an Sachs' Zahlen allem Ermessen nach anzubringenden Correction erhöht sich dieser Werth auf 0.00006. Schreibt man dem mittelgrossen Zitterrochen von etwa 35^{cm} Länge 30 Platten auf das Millimeter zu, so giebt dies für die mittelhohen Säulen von $(29 + 12) / 2 = 20.5^{\text{mm}}$ Höhe 615 Platten, von denen aber wohl nur 500 zwischen den ableitenden Thonspitzen lagen. Dividirt man mit 500 in die mittlere von uns beobachtete Organstromkraft von 0.0085 Daniell, so findet man für die einzelne Zitterrochen-Platte einen mittleren Werth von 0.0000117 Daniell. Dieser Werth ist 3.3mal kleiner als der für die einzelne Zitteraal-Platte gefundene. Nach meinen Aufstellungen sollte er, wegen der etwa 8.5mal grösseren Dicke der Zitteraal-Platten, etwa 8.5mal kleiner sein.²

Eine genauere Übereinstimmung zweier unter solchen Umständen gewonnenen Zahlen ist nicht zu verlangen. Schon dass die Zahlen

¹ Vergl. E. KITTLER, Die elektromotorische Kraft des DANIELL'schen Elements. Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. Bd. XII. 1882. S. 501. 502; — auch in WIEDEMANN's Annalen der Physik und Chemie. N. F. 1882. Bd. XVII. S. 893.

² Untersuchungen u. s. w. S. 174. 175. 278—280. 286.

gleicher Ordnung sind, erscheint als überraschender Erfolg. Möglicherweise beruht dieser Erfolg ganz auf Zufall. Doch wird man es für eine seltene Fügung gelten lassen, dass ich aus denselben Voraussetzungen, auf welche obige Rechnung sich gründet, auch zu jener merkwürdigen Folgerung gelangte, wonach die elektromotorische Kraft des ganzen Zitteraales zu der des ganzen Zitterrochen sich, wie der Zweck es erheischt, ungefähr so verhält, wie, nach Hrn. CHRISTIANI'S Bestimmung, der Widerstand von Süß- zu dem von Seewasser.¹

Bis auf Weiteres dürfen wir schliessen, dass die elektromotorischen Elemente beider Fische von ungefähr gleicher Kraft sind, und dass der Potentialunterschied der elektrischen Platten mit ihrer Dicke wächst. Was MATTEUCCI'S Angabe betrifft, welcher die Organstromkraft des ganzen Zitterrochen zwischen der von einem und der von zweien Froschgastroknemien fand, so ist zu bedenken, dass die Stromkraft des unversehrten Gastroknemius durch Parelektronomie gleich Null, ja negativ wird, daher sie nicht als Maasseinheit dienen kann.

In dem Maasse, wie das Organ abstirbt, sinkt die Organstromkraft, doch ist die Lebenszähigkeit des Organes bekanntlich gross.² Nach vierundzwanzig, ja achtundvierzig Stunden kann man am kalt aufbewahrten Fisch noch Organstromkraft in Höhe von 0.003 bis 0.002 Raoult antreffen. Die Erhaltung des Organstroms ist ein Merkmal der noch erhaltenen Leistungsfähigkeit. Später sind die Praeparate nicht nur unwirksam, sondern nicht selten schwach verkehrt wirksam, wie dies vom Organstrom des ganzen Fisches schon ZANTEDESCHI angab.³ Am Zitteraale sah SACHS dasselbe, jedoch unter verdächtigen Umständen.⁴ Die verkehrten Wirkungen könnte man darauf deuten wollen, dass nach erloschenem Organstrom kleine Ungleichartigkeiten anderer Natur je nach ihrer Richtung bald noch einen Rest normalen Organstromes, bald verkehrten Organstrom vortäuschen. Dazu scheint aber diese Stromumkehr zu regelmässig aufzutreten, und sie erinnert zu deutlich an die, welche beim Absterben zarterer Muskeln gleichfalls mit grosser Regelmässigkeit sich einstellt.⁵

Wie aber am absterbenden Zitterrochen-Organ die Organstromkraft sinkt und unregelmässig wird, so scheint dasselbe auch am ganzen lebenden Thiere der Fall zu sein, wenn es sich in schlechtem Ernährungszustande befindet. Als ich im Winter dieselben Prüfungen an einem gleichfalls durch Ausstanzen der elektrischen Lappen ge-

¹ Untersuchungen u. s. w. S. 414, 415.

² Diese Berichte, 1882. Bd. I. S. 500; — vergl. Untersuchungen u. s. w. S. 188.

³ Comptes rendus etc. 1842. t. XIV. p. 489.

⁴ Untersuchungen u. s. w. S. 258.

⁵ Untersuchungen über thierische Elektrizität u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 154, 283, 553.

tödteten, 29^{cm} langen Zitterrochen vornahm, der etwa sieben Wochen im Aquarium gelebt hatte, fand ich dieselben Wirkungen nicht wieder, sondern ihrer Richtung und Grösse nach unbestimmte Ausschläge, welche auf geringen Hautungleichartigkeiten oder sonst irgend welchen Störungen beruhen mochten. Auch die Säulenbündel aus diesem Fisch zeigten sich theils unwirksam, theils verkehrt wirksam; doch kam auch eins vor, welches ganz kräftigen Organstrom gab. An einem anderen, 26^{cm} langen Zitterrochen, der noch länger gefangen gewesen war, stellte ich die Prüfung auf Organstrom am ganzen Fisch gar nicht erst an, fand aber dann seine Säulenbündel sehr regelmässig, und zum Theil mit grosser Kraft wirksam.

Aus der Schwächung der Organstromkraft an schlecht genährten Thieren würde sich erklären, dass ich an Streifen des *Malopterurus*-Organs auch mit dem Nervenmultiplikator keine fand. Was Hrn. ECKHARD'S seiner eigenen Meinung nach verneinendes Ergebniss betrifft, so ist es bei etwas genauerer Betrachtung mit den unsrigen nicht so unvereinbar. Denn von den Versuchen am ganzen Fisch, dem nur Gehirn und Rückenmark zerstört waren, um freiwillige Entladungen und Bewegungen zu verhüten, sagt Hr. ECKHARD: »Die Nadel blieb »nun allerdings selten in absoluter Ruhe, ihre Ausschläge waren aber »stets sehr klein, oft allerdings so gerichtet, dass sie einem Strome »entsprachen, wie er bei Reizung der Nerven in dem Organ entstehen »würde. Eine dauernde Ablenkung dagegen kam nicht vor.« Von Versuchen an Stücken Organ, welche von Bauch- und Rückenfläche abgeleitet wurden, heisst es: »die Ausschläge hatten auch hier oft »die oben bezeichnete Richtung, waren aber gar nicht zu vergleichen »mit denen, welche viel kleinere Muskelmassen desselben Thieres »lieferten.« Die Organe und Organstücke schlugen noch bei Reizung der elektrischen Nerven.¹ Die Sache läuft also wohl darauf hinaus, dass Hr. ECKHARD stärkere Ströme erwartete, als die in Wirklichkeit vorhandenen, welche an der Empfindlichkeitsgrenze seiner stromprüfenden Vorrichtungen lagen. Die Abwesenheit dauernder Ablenkungen erklärt sich daraus, dass Hr. ECKHARD die Ableitung noch mit Platin vornahm.

An den dem medialen Theile des Organs entstammenden Säulenbündeln trifft es sich mitunter, dass Nerven Zweige aus der Mitte ihrer Länge heraushängen, wie aus dem Hilus eines Muskels. Schneidet man am aufliegenden Praeparat ein Stück vom Nerven ab, so erfolgt eine Entladung, die günstigenfalls die Scale aus dem Gesichtsfelde schleudert. Ähnliches beschrieb schon MATTEUCCI, der sogar von steck-

¹ Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Bd. I. 4. S. 159—162.

nadelkopfgrossen Stückchen Organ, denen der Nerv des stromprüfenden Schenkels anlag, bei mechanischer Reizung noch Zuckung erhielt.¹ Vergeblich aber versuchte ich das Säulenbündel durch Ammoniak zu reizen, was an Stücken Zitteraal-Organ SACHS so gut gelang.² Der Grund ist indess klar: auf die dort wirksame Art könnte man am Zitterrochen-Organ immer nur eine einzige der Länge nach angeschnittene Säule erregen.

Der Organstrom ist an aufliegenden Praeparaten oft in langsamem Sinken begriffen. MATTEUCCI sah ihn sich beim Zitterrochen, Hr. ROBIN beim gemeinen Rochen nach jedem Schlag etwas heben, und auch in SACHS' Beobachtungen am Zitteraal zeigte sich Ähnliches.³ In den wenigen Versuchen, in welchen die Erregung von Säulenbündeln durch mechanische Reizung der Nerven mir gelang, ging die schnell sinkende Ablenkung durch den Schlag in der That so stetig in die durch den gewöhnlichen Organstrom über, dass sie als vorübergehende Steigerung des letzteren sich darstellte. SACHS hat aber am Zitteraal ferner gezeigt, dass Tetanus des Organes den Strom schwächt.⁴ Dies auch am Zitterrochen zu beobachten, hatte ich noch keine Gelegenheit.

§. X. *Von den secundär-elektromotorischen Wirkungen des Zitterrochen-Organes.*

Ich ging an dies noch jungfräuliche Gebiet mit um so lebhafterer Begier, als, wie man sich erinnert, zwischen meinen denselben Gegenstand betreffenden Versuchsergebnissen am Zitterwelse, und denen von SACHS am Zitteraal, ein Widerspruch zu bestehen schien. Ich brannte zu erfahren, welchen von beiden einander scheinbar zuwiderlaufenden Erfahrungen die jetzt am Zitterrochen zu gewinnenden sich anschliessen würden.

Die Vorrichtungen und Versuchsweisen, deren ich mich bediente, waren dieselben, welche zu meinen neueren Versuchen über secundärelektromotorische Erscheinungen an Muskeln und Nerven gedient hatten. Die Art, wie die Organpraeparate den polarisirenden Strömen ausgesetzt, und die secundären Ströme abgeleitet wurden, ist soeben schon geschildert worden. Beim ersten Blick erscheint es als Vorthail, dass die Organpraeparate nicht wie Muskeln zucken. Allein wie bei

¹ Untersuchungen u. s. w. S. 175. 176.

² Ebenda, S. 177. 178.

³ Ebenda, S. 170. 173.

⁴ Ebenda, S. 174. 187. 220.

den Nerven geht man dadurch der Controle für die erhaltene Leistungsfähigkeit verlustig, welche bei den Muskeln die Zuckung gewährt. Wenn ferner von den Schwierigkeiten, die ich hier erwartete, manche ausblieben, so liessen die auf die beschriebene Art hergerichteten Praeparate sich an Gleichmässigkeit doch nicht mit solchen von der Natur gegebenen Versuchsobjecten vergleichen, wie wir sie an den Nerven oder an bestimmten Muskeln besitzen. Während man ein Stück Ischiadnerv, oder einen und denselben Muskel, bei einiger Sorgfalt leicht von stets gleicher Grösse und Frische vergleichsweise unversehrt sich verschafft, ist es unmöglich, für gleiche Zahl der unversehrten Säulen in unserem Praeparate zu bürgen; im selben Fische schwankt ihre Länge zwischen medialen und seitlichen Rändern des Organs; die Leistungsfähigkeit kurz nacheinander von einem Organ geschnittener Praeparate fällt aus unbekannten Gründen sehr verschieden aus; und dazu kommt noch die veränderliche Nebenschliessung durch etwaige Reste zerschnittener Säulen, welche den unversehrten Säulen anhängen (s. oben S. 207). Dies sind die oben S. 182 angedeuteten Gründe, aus denen bei Polarisationsversuchen an den Zitterrochen-Säulen selbst der äusserst geringe Grad von Genauigkeit nicht erreichbar ist, womit ich schon an Muskeln und Nerven mich begnügen musste. Für die secundär-elektromotorischen Wirkungen des elektrischen Organs eine Tabelle mit doppeltem Eingange herzustellen, welche in ihrem einen Kopfe wachsende Stromdichten bei beiden Stromrichtungen, im anderen wachsende Schliessungszeiten enthielte, wie ich solche Tabellen für Muskeln und Nerven entwarf, wird nur allenfalls ausführbar sein, wenn man, wie BOLL in Viareggio, wochenlang täglich über fünf frischgefangene Zitterrochen verfügt,¹ und wenn man überdies nicht viel Anderes vorhat.

Im Folgenden wird es sich vorzüglich um die verschiedene secundär-elektromotorische Wirkung handeln, welche der Strom in Richtung des Fisch-Schlages, und in der entgegengesetzten erzeugt. Erstere Richtung bezeichnen wir nach der von mir im Zitteraal-Buch eingeführten Redeweise als absolut positiv, letztere als absolut negativ.² Polarisation von Bauch zu Rücken ist also absolut positiv; und je nachdem sie einem absolut positiven oder negativen polarisirenden Strome folgt, relativ beziehlich positiv oder negativ. Um die polarisirenden Ströme in Bezug auf ihre Richtung noch bequemer zu unterscheiden, werde ich den dem Schlage gleichgerichteten den homodromen, den ihm entgegengesetzt gerichteten den heterodromen

¹ Archiv für Anatomie und Physiologie u. s. w. 1873. S. 77.

² A. a. O. S. 149. 213.

Strom nennen.¹ Der homodrome Strom wird durch einen aufsteigenden Pfeil (\wedge), der heterodrome Strom durch einen absteigenden Pfeil (\vee) bezeichnet; Plus- und Minuszeichen dienen zur Unterscheidung der relativ positiven und negativen Polarisation. Unter 'beiden Strömen' schlechthin verstehe ich den homodromen und den heterodromen Strom. Endlich wird es kürzshalber sich empfehlen, die Polarisation durch den homodromen und die durch den heterodromen Strom, was auch ihre absolute Richtung sei, beziehlich homodrome und heterodrome Polarisation zu nennen.

Das erste Ergebniss dieser Versuche ist nun in der That die nach verschiedenen Umständen bald relativ positive, bald relativ negative innere Polarisation des Organes nach Durchströmung in der Richtung der Säulen, ähnlich der Polarisation der Muskeln, Nerven, und des Zitterwels-Organs, und zwar sind die Bedingungen für das Hervortreten der beiden Polarisationen im Allgemeinen dieselben wie dort. Bei längerer Schliessung wird unter allen Umständen die Polarisation relativ negativ; bei kurzer Schliessung besonders stärkerer Ströme kommt unter gewissen Bedingungen relativ positive Polarisation zum Vorschein. Unter gewissen anderen Bedingungen, die sich nicht willkürlich herstellen lassen, erfolgt doppelsinnige Wirkung: erst negative, dann positive, zum Beweise, dass auch hier die negative Polarisation die flüchtigere ist. Bei gesunkener Leistungsfähigkeit bleibt zuletzt nur noch negative Polarisation übrig, doch dauert es lange, bis die positive ganz vermisst wird. Man beobachtet alle diese Wirkungen im Allgemeinen in gleicher Stärke, welchem Theile der Säulen auch die in beständigem Abstände gehaltenen Thonspitzen anliegen; bei ausreichendem Widerstande des Bussolkreises, für welchen durch die ableitenden Thonspitzen gesorgt ist, fallen sie um so grösser aus, je grösser dieser Abstand: mit Einem Wort, es handelt sich um säulenartige Anordnung elektromotorischer Kräfte. Endlich bei querrer Richtung des polarisirenden Stromes sowohl wie querrer Stellung der ableitenden Thonspitzen erhält man nur schwache Erfolge in unbestimmter Richtung. Die Belege hierfür finden sich im Anhange zusammengestellt.

Die Beziehungen der Polarisation zur Richtung des polarisirenden Stromes sind in allen diesen Versuchen so ausgesprochen, dass man Näheres über die Erscheinung nicht aussagen kann, ohne sogleich auf diesen Punkt einzugehen. Meine Versuche hatten denn auch meist dieselbe Form, wie die an der oberen und unteren Hälfte des Muskel-

¹ Ein sprachgelehrter College, den ich wegen dieser Ausdrücke befragte, rieth zu 'isodrom' und 'anisodrom'. Wegen der Ähnlichkeit mit 'isotrop' und 'anisotrop', welche beim Beschreiben des Organes vorkommen, schienen mir aber die im Text eingeführten Formen zweckmässiger.

paares, oder an den vorderen und hinteren Wurzeln der Spinalnerven,¹ d. h. der homodrome und der heterodrome Strom wurden in bestimmten Zeiträumen abwechselnd durch die Säulen gesandt. Je stärker der Strom und je länger die Schliessungszeit, um so länger musste die Versuchsperiode gewählt werden, um dem Praeparat Zeit zu gönnen, zu einem dem natürlichen Zustand einigermaassen vergleichbaren zurückzukehren.²

Die Tabellen im Anhange bedürfen hiernach keiner Erläuterung mehr, die sich nicht aus der Abhandlung 'Über secundär-elektromotorische Erscheinungen u. s. w.' ergäbe. Die Zahlen in den wagerechten mit *S* bezeichneten Reihen sind die Ausschläge durch den secundären, die in den mit *P* bezeichneten die Ausschläge durch den primären Strom. Wirft man einen Blick auf diese Reihen, beispielsweise auf Reihe 10, so sieht man, dass in dieser Reihe bis zum 13. Versuche der homodrome Strom (\uparrow) absolut und relativ positive Polarisation, der heterodrome Strom (\downarrow) absolut positive, relativ negative Polarisation erzeugt. Von hier ab werden die Polarisationen durch beide Ströme relativ negativ, die heterodrome bleibt absolut positiv, die homodrome wird auch absolut negativ, aber sie ist anfänglich viel schwächer als die absolut positive, relativ negative durch den heterodromen Strom. Mit wachsender Erschöpfung des Praeparates schwindet dieser Unterschied mehr und mehr.

Alle Versuchsreihen mit abwechselnd gerichteten Stromstössen nehmen im Wesentlichen diesen Verlauf. Gleichviel ob man mit homodromem oder mit heterodromem Strom beginne, die Polarisationen durch beide Ströme werden früher oder später relativ negativ; um so früher, d. h. nach einer um so geringeren Anzahl von Wechseln, je länger die Schliessungszeit; wie denn bei einer gewissen Dauer dieser Zeit schon der erste homodrome Strom absolut und relativ negative Polarisation giebt. Dasselbe ist der Fall bei zu geringer Leistungsfähigkeit des Praeparates. Alsdann erhält man von vorn herein durch beide Ströme nur relativ negative Polarisation, aber die homodrome ist die merklich schwächere. Man trifft also dann sogleich den Zustand an, der, bei besserer Beschaffenheit des Praeparates, erst

¹ Diese Berichte, 1883. Bd. I. S. 363 ff. 383 ff.

² Lange fortgesetzte Versuchsreihen dieser Art, wobei man bestimmte Zeiträume innezuhalten hat, ermüden doppelt durch die Nothwendigkeit, an der Uhr danach zu sehen, ob die Zeit für einen neuen Versuch gekommen ist. Seit Jahren mit solchen Versuchen beschäftigt, liess ich mir endlich von den HH. BALTZAR und SCHMIDT in Leipzig eine Versuchs-Weckeruhr bauen, welche, je nachdem bestimmte Scheiben eingesetzt werden, dem Beobachter alle 1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$, 2, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{3}$, 5 oder 10 Minuten durch einen Glockenschlag anzeigt, dass der Augenblick zum Versuche da ist, ihn aber noch vorher durch einen anderen Schlag zur Arbeit ruft.

allmählich im Lauf einer längeren Versuchsreihe sich einstellt; »der negative Polarisationsstrom erfolgt stets stärker im Sinne des Schlages.«

Wir sind unvermerkt zu einem wichtigen Ergebniss gelangt. Denn dies sind die Worte, in welche SACHS seine Versuche über homodrome und heterodrome Polarisation am Zitteraal zusammenfasste,¹ und von welchen ich bisher annahm und wiederholt sagte, dass sie meinen Erfolgen am Zitterwels widersprächen.² Indem ich jetzt am Zitterrochen fortwährend dasselbe beobachtete, wie SACHS am Zitteraal, aber zugleich das Werden der Erscheinung, fielen mir die Schuppen von den Augen. Nicht nur besteht zwischen dem SACHS'schen Ergebniss, wie er es in obigen Worten formulirt hat, und dem unsrigen kein Widerspruch, sondern beide lassen sich leicht aus Einer sehr einfachen Annahme herleiten; und da derselben Annahme auch meine Ergebnisse am Zitterwels sich fügen, kann man sagen, dass die secundär-elektromotorischen Erscheinungen bei allen drei elektrischen Fischen im Wesentlichen einerlei, und, in gewissem Sinne, verstanden sind.

Zu jener Annahme führt die Bemerkung, dass in keinem meiner Versuche am Zitterwels und Zitterrochen der heterodrome Strom jemals relativ positive Polarisation erzeugt hat. Auch doppelsinnige, zuerst relativ negative, dann positive Polarisation, kommt nur bei homodromem Strome vor. Denkt man sich, dass beide Ströme in gleichem Maasse relativ negativ polarisiren, dass aber der homodrome Strom sehr viel stärker als der heterodrome relativ positiv polarisirt, so dass die heterodrome, relativ positive Polarisation stets durch die relativ negative verdeckt wird, so ist Alles klar, wie sich aus Fig. 7 ergibt.

Diese Figur ist unter ähnlichen, aber doch etwas anderen Voraussetzungen entworfen, als die Figuren, welche auf Taf. II des Zitteraal-Buches SACHS' Ergebnisse versinnlichen. Sie stellt abgekürzt den Vorgang bei einer Versuchsreihe dar, in der, wie bei den Reihen im Anhang, die beiden Ströme abwechselnd durch ein Stück Organ gesandt werden. Die Abscissenaxen sind natürlich die Zeit. Die Ordinatenaxen in den einzelnen Abschnitten entsprechen dem Augenblick der Schliessung der Bussole nach Öffnung des Säulenkreises. Absolut positive Polarisation ist oberhalb, absolut negative unterhalb der Abscissenaxe aufgetragen. Nach aufsteigendem Pfeil (\wedge), also bei homodromem Strom, entspricht Verlauf der Curve oberhalb der Abscissenaxe absolut und relativ positiver, Verlauf unterhalb absolut

¹ Untersuchungen u. s. w. S. 217. 218.

² Ebenda; — diese Berichte, 1883. Bd. I. S. 395.

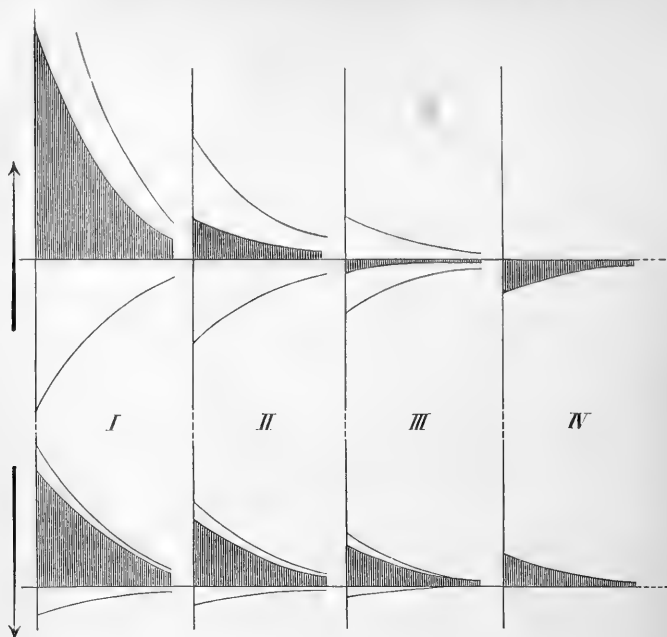


Fig. 7.

und relativ negativer Polarisation. Nach absteigendem Pfeil (\downarrow), also bei heterodromem Strom, entspricht Verlauf der Curve oberhalb absolut positiver, relativ negativer, Verlauf unterhalb absolut negativer, relativ positiver Polarisation. Der auf die Bussole wirkende, resultirende Polarisationsstrom ist in jedem Abschnitt durch den schraffirten Flächenraum dargestellt, welchen die aus der algebraischen Summation der beiden Polarisationen resultirende Curve mit den Coordinatenaxen einschliesst.

Man sieht, dass, der Wirklichkeit entsprechend, zuerst beide Ströme absolut positive Polarisation geben, der homodrome Strom die stärkere (Abschn. I der Figur); dann kommt ein Zeitraum (Abschn. II), wo zwar noch beide Polarisationen absolut positiv sind, aber die heterodrome ist die stärkere; endlich einer (Abschn. III), wo die homodrome Polarisation absolut negativ, und auch so noch kleiner erscheint, als die heterodrome. Im weiteren Verfolg nähern sich beide Polarisationen der Gleichheit (Abschn. IV).

Ich brauche kaum hervorzuheben, dass die im dritten Abschnitt

dargestellte Erscheinungsweise es war, welche SACHS, mit Ausschluss der beiden ersten, zu sehen bekam, und mit den Worten beschrieb, die mir, durch ihren scheinbaren Widerspruch mit meinen eigenen Ergebnissen, so viel Kopfbrechens machten: »Die relativ negative Polarisation erfolgt stets stärker im Sinne des Schlages.« Doch bleibt bei SACHS noch Etwas dunkel. Ausser den so erklärten Polarisationsversuchen hat er noch andere angestellt, eben die, welche auf Taf. II des Zitteraal-Buches graphisch wiedergegeben sind. Auch in diesen Versuchen war ausnahmslos die Polarisation durch beide Ströme zuerst relativ negativ, dabei aber so stark, dass der Spiegel in den Aequator geworfen wurde, von wo zurückfallend er nach SACHS' Beschreibung einige grosse Schwingungen um den Nullpunkt vollzog, die, wenn die Schliessungszeit eine gewisse Grösse überstieg, ihn zweimal über den Nullpunkt in den relativ positiven Quadranten führten. Die erste dieser Überschreitungen erklärt sich aus den Gesetzen der aperiodischen Bewegung gedämpfter Magnete. Da der Magnet aus einer den aperiodischen Bereich überragenden Höhe fiel, konnte er den Nullpunkt überschreiten¹, jedoch nur einmal; die zweite Überschreitung, in welcher SACHS auch eine Schwingung erblickte, konnte nur auf Zeichenwechsel der resultirenden Polarisation beruhen, wofür der Spiegel sich richtig aperiodisch verhielt. Im Zitteraal-Buche gelang es mir, componirende Curven der beiden Polarisationen zu entwerfen, aus denen die von SACHS beobachteten resultirenden Curven sich ziemlich ungezwungen herleiten liessen, dies aber unter der Voraussetzung, dass der heterodrome Strom ebenso gut wie der homodrome relativ positive Polarisation erzeugt. Diese Voraussetzung widerspricht der Vorstellung, mittels welcher wir jetzt von einer ungleich zahlreicheren und besser beglaubigten Reihe von Erfahrungen, mit Inbegriff von SACHS' eigenen, anders angestellten Versuchen, Rechenschaft gaben. Die einzigen Spuren heterodromer, relativ positiver Polarisation an den drei elektrischen Organen würden jene zweiten Überschreitungen der Abscissenaxe in einigen der SACHS'schen Versuche sein. Unter diesen Umständen bin ich geneigt zu glauben, dass letztere doch wirklich nur das waren, wofür SACHS selber sie hielt, nämlich Schwingungen. Seine Bussole stand nicht besonders sicher,² und vielleicht war sein Magnet nicht gut centrirt. Dann konnten sehr starke Stromstösse ihn in Pendelschwingungen versetzen, in deren Folge er den Nullpunkt noch einmal überschritt.

¹ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. I. S. 284. 324. 355 ff.

² Aus den Llanos. Schilderung einer naturwissenschaftlichen Reise nach Venezuela. Leipzig 1879. S. 198; — Untersuchungen u. s. w. S. 137.

Wie dem auch sei, die Voraussetzung, welche meinen Constructionen der Sachs'schen empirisch resultirenden Curven im Zitteraal-Buche zu Grunde lag, erscheint jetzt unhaltbar, und es kann für erwiesen gelten, dass in allen drei elektrischen Organen der homodrome Strom vielleicht ausschliesslich, jedenfalls bei weitem stärker, relativ positive Polarisation erzeugt. Ehe wir versuchen, hieraus einen Schluss zu ziehen, empfiehlt es sich, noch von anderen Thatsachen Kenntniss zu nehmen.

§. XI. *Von der relativen Stärke des homodromen und des heterodromen Stromes im elektrischen Organ.*

Schon in meinen Polarisations-Versuchen am Zitterwels-Organ war mir die verschiedene Stärke des homodromen und des heterodromen Stromes sehr aufgefallen. »An frischen Streifen, an denen die positive Polarisation in der Richtung des Schlages in voller Kraft auftrat, war stets der absteigende« — beim Zitterwels homodrome — »Strom bedeutend stärker als der aufsteigende« — heterodrome —: »im Verhältniss von 100 : 112, 116, ja sogar 125. An gekochten und an absterbenden Streifen verschwand der Unterschied. Diese Wirkung schien auf nichts gedeutet werden zu können, als auf eine während der Dauer des primären Stromes stattfindende positive Polarisation von grosser elektromotorischer Kraft, der von mehreren Grove'schen Elementen vergleichbar, die bei homodromem Strome sich zur Kraft der Grove'schen Säule hinzufügte. Streife des Organs auf die Schlagrichtung senkrecht, am Thier also quer geschnitten, gaben bei kurzer Einwirkung der dreissiggliederigen Säule schwächere, aber nach beiden Richtungen gleich starke positive Polarisation, und die Stärke des polarisirenden Stromes war in beiden Richtungen bis auf den Scalenthail dieselbe.«¹

Soweit war ich 1857 gekommen. Wie bedeutungsvoll musste es mir jetzt erscheinen, als in fast jedem Versuch am Zitterrochen sich wieder jene Überlegenheit des homodromen Stromes offenbarte, und zwar in noch höherem Grade, als damals am Zitterwels. Einen der merkwürdigsten Fälle bieten die Reihen 13. und 14., in welchen der homodrome Strom von dreissig Grove mehrmals über doppelt so stark erscheint, wie der heterodrome. Um dies durch eine nur zum homodromen Strom hinzutretende positive Polarisation zu er-

¹ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 720; — Untersuchungen u. s. w. S. 206. 218.

klären, während der negativen Polarisation durch beide Ströme gleiche Stärke beigemessen wird, muss man der homodromen positiven Polarisation eine elektromotorische Kraft von über fünfzehn Grove zuschreiben. In Reihe 20., bei fünfzig Grove im Kreise, verhält sich der heterodrome zum homodromen Strom anfangs fast wie 3 : 5; die positive Polarisation musste die Stärke von zwanzig Grove erreicht haben. In Reihe 10. ist bei zwanzig Grove dasselbe Verhältniss wie 1 : 3; die secundär-elektromotorische Kraft kommt diesmal zwar nur etwa dreizehn Grove gleich, muss aber das doppelte der primären betragen haben.

Bei querer Richtung des Stromes im Praeparat fehlt der Unterschied der beiden Ströme, ebenso an abgestorbenen oder durch Siedhitze getödteten Praeparaten (s. unten S. 222, 223, und Reihe 17. und 18. im Anhange); an aufliegenden Praeparaten, im Lauf einer Versuchsreihe, sieht man ihn schwinden in dem Maasse, wie das Praeparat abstirbt.

Wir wissen leider noch nichts Gewisses von der elektromotorischen Kraft der Zitterfische, ausser dass sie sehr gross sein muss, wenn auch gerade am kleinsten beim Zitterrochen.¹ Auf alle Fälle wird man es auf den ersten Blick unglaublich finden, dass in unseren Organpraeparaten eine so hohe elektromotorische Kraft herrsche, und man wird nach einer anderen Ursache für die verschiedene Stärke der beiden Ströme forschen.

Ein Unterschied von Stromstärken kann nur auf zweierlei beruhen: auf ungleicher elektromotorischer Kraft, oder auf ungleichem Widerstande. Es wäre denkbar, dass im elektrischen Organ irreciproker Widerstand² stattfände, dass es im Sinne des Schläges besser als im anderen leite. Elektrolyten leiten nur, sofern sie zersetzt werden; nach einer wohl begründeten Lehre aber geht der Elektrolyse eine ähnliche Anordnung elektropositiver und -negativer Bestandtheile voraus, wie wir sie zur Erklärung des Schläges und der positiven Polarisation voraussetzen. Wenn nun diese Anordnung leichter oder überhaupt nur in absolut positiver Richtung von statten ginge, würde es verständlich, warum das Organ den homodromen besser als den heterodromen Strom leite. Die Abhängigkeit des hypothetischen irreciproken Widerstandes vom Lebenszustande würde sich daraus erklären, dass der ungleiche Widerstand in beiden Richtungen auf den vom Leben abhängigen elektrischen Eigenschaften der Organmolekeln beruhte. So sehen wir uns vor eine Aufgabe gestellt, welche im Gebiet des Galvanismus öfter wiederkehrt und meist ungelöst bleibt: zu ent-

¹ Untersuchungen u. s. w. S. 276. Anm. 2. 411.

² Vergl. ARTHUR CHRISTIANI, Beiträge zur Electricitätslehre. Über irreciproke Leitung electrischer Ströme u. s. w. Berlin 1876.

scheiden, ob ein beobachteter Unterschied der Stromstärken von einem solchen der elektromotorischen Kraft oder des Widerstandes herrührt.

Eine Art, im vorliegenden Falle diese Frage zu beantworten, bestände darin, im primären Kreise einen so grossen Widerstand neben dem des Organpraeparates einzuführen, dass letzterer dagegen verschwände. Wenn dann auch der Unterschied der beiden Ströme verschwände, während der der Polarisationen bestehen bliebe, wäre der Ursprung des Unterschiedes aus verschiedenem Widerstande erwiesen. Ich habe einen Versuch der Art angestellt, in welchem ich ausser dem Praeparat ein 71^{cm} langes, im Lichten 2^{mm} im Durchmesser haltendes, zweimal rechtwinklig gebogenes Rohr voll physiologischer Kochsalzlösung als Widerstand einschaltete, dessen durch Thonpfropfe verschlossene Enden in zwei Gefässe mit Zinklösung tauchten. Der Unterschied der Stromstärken in beiden Richtungen verschwand, leider aber fehlte wegen gesunkener Leistungsfähigkeit auch der der Polarisationsströme: es war in diesem Falle mit dem Organ zum Zweck dieser Entscheidung nichts mehr anzufangen, und ich konnte noch nicht den Versuch wiederholen.

Bei einer anderen Gelegenheit betrat ich, um mich dem vorgesteckten Ziele zu nähern, einen anderen Weg. Anstatt die Polarisation erst nach Öffnung des primären Stromes zu beobachten, suchte ich mir ein Bild davon schon während seiner Dauer zu verschaffen, indem ich die ableitenden Thonspitzen mit dem Bussolkreise zu einer Nebenleitung zum Praeparat machte. Die Säule bestand aus zwanzig Grove, die Bussolrolle (S) von 5000 Windungen musste in grosse Entfernung vom Spiegel gebracht werden, um die Ablenkung in richtigen Schranken zu halten. Die Schliessungszeit betrug erst $0''.0764$, später $1''.024$. Der Erfolg war überraschend. Während nämlich der homodrome Strom an der Bussole (P) fast doppelt so stark erschien, wie der heterodrome, erschien an der Bussole (S) der vom homodromen Strom abgeleitete Zweig sehr viel schwächer als der dem heterodromen entlehnte (Reihe 25.). Ersetzte ich das Praeparat durch ein (beiläufig viel schlechter leitendes) Phantom aus physiologischem Thon, so waren die Unterschiede verschwunden, zum Beweise, dass nicht etwa sonst irgendwo im Kreise irreciproker Widerstand herrschte.

Damit scheint entschieden, dass der Unterschied auf irreciprokem Widerstand beruhe. Denn man sieht nicht ein, wie bei gleichem Widerstand im Praeparat der vom stärkeren Strom abgeleitete Zweig schwächer ausfallen könne, und man wird verleitet sich zu denken, dass dies nur von besserer Leitung des Praeparates für den homodromen Strom herrühre. Genauere Überlegung an der Hand einer schematischen Rechnung lehrt jedoch, dass die Anschauung hier nicht

ausreicht, und dass wenigstens unter den der Rechnung zu Grunde gelegten Annahmen die Sache sich anders verhält.

Der Einfachheit halber nehmen wir an, dass jeder der beiden Ströme gleich starke relativ negative, aber nur der homodrome relativ positive Polarisation erzeugt. Wir setzen die elektromotorische Kraft beider Polarisationen der Dichte des Säulenstromes im Praeparat proportional, dem wir den Querschnitt $= 1$, und auch die Länge $= 1$ zuschreiben. Vorläufig untersuchen wir nur, wie sich die Dinge bei ungleichem specifischen Widerstande des Praeparates gestalten, indem wir die Verwicklung vermeiden, welche aus der sonst erwägenswerthen, aber schwer mathematisch einzukleidenden Annahme entspränge, dass der Unterschied der Widerstände in beiden Richtungen Function der Stromdichte sei. Übrigens behandeln wir das Praeparat wie einen linearen Leiter, oder so, als lägen der Bauch- und Rückenfläche metallische unpolarisirbare Elektroden an, mit welchen die Enden des Säulen- und die des Bussolkreises verbunden wären. Siehe Fig. 8 *A* und *B*, welche

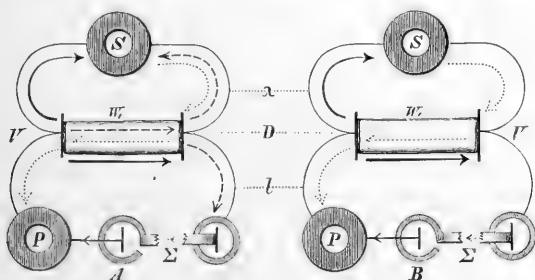


Fig. 8.

die Dinge beziehlich für den homodromen und für den heterodromen Strom vorstellen. Man erkennt leicht den Säulenkreis mit der Säule Σ und der Busssole (*P*), den abgeleiteten Stromzweig mit der Busssole (*S*). Die ausgezogenen Pfeile bedeuten die von der Säule, die gestrichelten die von der absolut positiven, die punktierten die von der relativ negativen Polarisation ausgehenden Stromantheile. Dass wir bei dieser ersten rohen Annäherung vom zeitlichen Verlaufe der Polarisation und von der Induction absehen, bedarf nicht der Erwähnung.

Es sei E die elektromotorische Kraft der Säule;

l der Widerstand des die Säule und die Busssole (*P*)
enthaltenden Säulenkreises;

λ der Widerstand des die Busssole (*S*)
enthaltenden Bussolkreises;

w, w_1 der Widerstand des Praeparates beziehlich bei homodromem und heterodromem Strom:

K die KIRCHHOFF'sche Productensumme $wl + w\lambda + \lambda l$ bei homodromem,

K_1 die entsprechende Summe bei heterodromem Strom.

P sei die Constante, welche, mit der im Praeparat herrschenden Stromdichte multiplicirt, die elektromotorische Kraft der homodromen absolut und relativ positiven Polarisation misst,

Π die entsprechende Constante für die relativ negative Polarisation.

I sei die Stärke des homodromen,

I_1 die des heterodromen Stromes im Säulenkreise;

i und

i_1 endlich seien die entsprechenden Stromstärken im nebenschiessenden Bussolkreise.

Im Säulenkreise herrscht zunächst wegen der elektromotorischen Kraft der Säule eine Stromstärke $E(w + \lambda) / K$. Zu dieser fügt sich der Stromantheil, den die Polarisationen durch den Säulenkreis schicken. Der Strom der Säule hat im Praeparat die Stärke $E\lambda / K$. Die erregte Polarisation ist (da wir den Querschnitt = 1 gesetzt haben) also $(P - \Pi) E\lambda / K$, und der dadurch im Säulenkreise erzeugte Stromzweig $[(P - \Pi) E\lambda / K] \times [\lambda / K]$. Da in diesem Kreise P mit E gleich gerichtet ist, haben wir

$$I = \frac{E}{K^2} [(w + \lambda) K + (P - \Pi) \lambda^2].$$

Ebenso ergibt sich, da P im Bussolkreise E entgegenwirkt,

$$i = \frac{E}{K^2} [wK - (P - \Pi) \lambda l].$$

I_1 und i_1 erhält man beziehlich aus I und i , indem man $P = 0$ setzt und w, K in w_1, K_1 verwandelt. Danach ist

$$I_1 = \frac{E}{K_1^2} [(w_1 + \lambda) K_1 - \Pi \lambda^2],$$

$$i_1 = \frac{E}{K_1^2} [w_1 K_1 + \Pi \lambda l].$$

Erfahrungsmässig ist $i < i_1$, $I > I_1$, somit besteht die Ungleichheit

$$I - i > I_1 - i_1, \text{ oder}$$

$$K_1^2 [K + (P - \Pi) (\lambda + l)] > K^2 [K_1 - \Pi (\lambda + l)] \dots \dots \dots (\S)$$

Die erste Frage ist nunmehr, ob unserer Vermuthung gemäss diese Ungleichheit erfüllt werde durch $w_1 > w$ bei $P = 0$, was irreciproken Widerstand im Praeparat ohne absolut positive Polarisation entspricht. Allerdings ist dies der Fall. Setzt man $P = 0$ und macht man kürzshalber $\lambda + l = \alpha$, $\lambda l = \beta$, so lässt sich die Ungleichheit schreiben

$$(w_1 - w) [(\beta - 2\alpha\Pi)(\beta + \alpha(w_1 + w)) + \alpha w_1 w] > 0.$$

Dieser Bedingung genügt $w_1 > w$, so lange nicht die Grösse in der eckigen Klammer negativ wird. Letzteres kann nur so geschehen, dass die Constante Π der negativen Polarisation einen gewissen Werth überschreitet, der uns vorläufig nicht interessirt.

Nun fragt es sich aber umgekehrt, ob, dem anderen Theil unserer Vermuthung, und unserem bloss auf der Anschauung beruhenden Schlusse gemäss, die Ungleichheit sich nicht auch erfüllt finde, wenn $w = w_1$, dagegen P von endlicher positiver Grösse sei. Da zeigt sich denn sogleich auf das Einfachste, dass die Ungleichheit (3) ebenso gut gilt, so lange

$$P > 0;$$

d. h. sobald homodrome absolut und relativ positive Polarisation da ist, können auch ohne irreciproken Widerstand die Erscheinungen so sich darstellen, wie wir sie wahrnahmen, und wir sind also zu keiner Entscheidung gelangt. Die Überlegenheit des homodromen Stromes kann sowohl auf positive Polarisation wie auf irreciproken Widerstand gedeutet werden.

Natürlich steht noch die Vermuthung offen, dass beide Erklärungen zugleich in der Wirklichkeit begründet sind, ja sie sind es sicher, wenn irreciproker Widerstand im Spiel ist, da an dem Dasein der positiven Polarisation nicht zu zweifeln ist, während der irreciproke Widerstand eine neue, dem Organ zugeschriebene Eigenschaft wäre, deren Dasein, neben der positiven Polarisation erst des Beweises bedarf. Bis dieser geliefert ist, wird man sich darin finden müssen, dass in einem Organpraeparat von kaum der Grösse des bekannten Muskelpaares vom Frosch noch immer eine elektromotorische Kraft von zwanzig Grove steckt. Dies wird Einem leichter, wenn man sich erinnert, dass im schlagenden Organ des lebenden Fisches unstreitig eine noch viel grössere Kraft thätig war. Aber im Conflict der Kraft des Organes mit einer bekannten Kraft wie der der Grove'schen Säule tritt Einem deutlicher als sonst das Staunenswerthe dieser Thatsache vor die Augen, zu der es nur Ein Seitenstück giebt, gegen dessen Wunder wir freilich abgestumpft sind, die mechanische Wir-

kung nämlich, deren die hier elektrisch wirksamen wenigen Gramm Wasser und organische Substanz fähig wären, wenn letztere, statt zum elektromotorischen Organ, zum Muskel sich entwickelt hätte.¹

Was übrigens den zuletzt beschriebenen Versuchen, in welchen der Bussolkreis dem Praeparat während des polarisirenden Stromstosses als Nebenschliessung anlag, besonderes Interesse verleiht, ist der Umstand, dass SACHS am Zitteraal einen ähnlichen Versuch, soweit sich urtheilen lässt, mit demselben Erfolg angestellt hat. Er schloss den Strom seiner siebzehn Grove dauernd durch ein Stück Organ, und leitete mit den Thonspitzen einen Zweig davon ab durch die Bussole, deren Empfindlichkeit passend vermindert war. »Als das »Organ im Sinne des Schlages durchströmt wurde, betrug die Ablenkung 80°; bei der anderen Richtung 95°. Die Ablenkung hielt »sich constant auf dieser Höhe.«² SACHS beobachtete also nur i und i_1 , zur Beobachtung von I und I_1 fehlten ihm die Mittel. Da er aber, wie nunmehr ich am Zitterrochen, $i < i_1$ fand, ist es wohl sehr wahrscheinlich, dass er auch $I > I_1$ gefunden hätte.

§. XII. *Abhängigkeit der secundär-elektromotorischen Wirkungen und der Leitungsgüte des Organes von dessen Lebenszustande.*

Es wurde schon mehrfach angedeutet, dass die Polarisirbarkeit des Organs auf das Engste an dessen Lebenszustand geknüpft ist. Methodische Versuche über diese Abhängigkeit stellte ich noch nicht an, und auch sie werden aus den oben S. 212 angegebenen Gründen schwer durchführbar sein. Das abgestorbene Organ zeigt nur noch schwache relativ negative Polarisation gleich stark in beiden Richtungen.

Ebenso verhält sich ein in Wasser gesottenes Organpraeparat. Das Organ war nicht mehr frisch; bei mässiger Sommertemperatur der äusseren Luft hatte es 48 Stunden lang auf Eis gelegen. Auf Lakmuspapier reagierte es noch alkalisch bis neutral, nach plötzlichem Abbrühen und Sieden jedoch sauer bis zur Zwiebelröthe des Pigments. Es zeigte also in dieser Beziehung denselben Unterschied vom Muskel, wie das Zitterwels-Organ.³ Die Säulen des gesottene Stücker lösten sich bei leiser Berührung rein von einander ab. In diesem Zustand

¹ Vergl. die Monatsberichte der Akademie, 1858. S. 99.

² Untersuchungen u. s. w. S. 218.

³ Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1859. S. 846; — Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 17 ff. 646. 647; — Untersuchungen u. s. w. S. 70—72. — Vergl. Hrn. WEYL's entsprechende Erfahrungen im Archiv für Physiologie, 1883 (Festschrift), S. 112 ff.

hatte das Praeparat jede Spur des Organstromes eingebüsst. Vor dem Sieden erzeugte 5" lange Schliessung des Stromes von dreissig Grove so starke relativ negative Polarisation, dass die Scale aus dem Felde flog, nach dem Sieden erfolgte in beiden Richtungen nur noch eine Spur. Dabei fiel es sehr in die Augen, dass das Praeparat an Widerstand abgenommen hatte, ganz wie ich es am Muskel und dem Pflanzengewebe fand,¹ und auch schon vom Zitterwels-Organ angab.² Die Stromstärken vor und nach dem Sieden verhielten sich wie 100:133.3, es hatten sich aber Säulen beim Sieden losgelöst, so dass das Verhältniss unstreitig noch kleiner war. Ob das abgestorbene Organ besser leite als das frische, wie dies beim Muskel der Fall ist, konnte ich noch nicht ermitteln, doch ist es wegen der mit dem Absterben verbundenen Säuerung wohl sehr wahrscheinlich.

§. XIII. *Erörterung der vorigen Ergebnisse.*

Wie unvollkommen die obigen Erfahrungen über die secundär-elektromotorischen Erscheinungen der elektrischen Organe auch seien, sie begründen einen ansehnlichen Fortschritt in der Kenntniss dieser Organe. An die Stelle des beängstigenden Widerspruches zwischen den SACHS'schen Ergebnissen am Zitteraal und den meinigen am Zitterwelse trat die Einsicht, dass bei allen drei elektrischen Fischen die secundär-elektromotorischen Erscheinungen des Organes dieselben sind. Diese Erscheinungen konnten beim Zitterrochen schon etwas mehr in's Einzelne verfolgt werden, als beim Zitterwelse, vollends beim Zitteraal. Die blosse Thatsache, dass das Zitterrochen-Organ, welches zu diesen Versuchen kaum tauglich schien, sehr gut dazu sich eigne, ist von hohem Werth, und in Verbindung mit der Aussicht, im hiesigen Laboratorium fortgesetzt über lebende Zitterrochen zu verfügen, be-

¹ Vergl. JOH. RANKE. Tetanus. Eine physiologische Studie. 1865. S. 16; — Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 95. 118.

² Diese Berichte 1883, Bd. I. S. 392. 398. Durch ein Versehen ist hier gesagt, dass der Widerstand eines Streifes Zitterwels-Organ durch das Sieden von 100 auf 42 herabgesetzt wurde. Wie oben im Texte muss es heissen, die Stromstärke sei durch das Sieden im Verhältniss von 100:238.1 erhöht worden. Dass das Verhältniss der Stromstärken vor und nach dem Sieden in den Versuchen am Zitterwels kleiner war als in denen am Zitterrochen, rührte abgesehen von dem im Text angegebenen Umstand davon her, dass der Widerstand der damals zur Ableitung dienenden Zuleitungsgefässe mit Keilbäuschen und Eiweissbläutchen kleiner war als der der jetzt angewandten Zuleitungsröhren mit Thonspitzen. Eben deshalb aber näherte sich in den Versuchen am Zitterwelse jenes Verhältniss mehr dem wirklichen (reciproken) Verhältniss der Widerstände des Praeparates.

rechtfertigt sie zur Hoffnung, dass es vergönnt sein werde, das in der ersten Hast nur roh Skizzirte genauer auszuführen. Vielleicht wäre es rathsam, bis zu diesem Zeitpunkt die Erörterung des bisherigen Gewinnes zu verschieben. Doch kann es nicht schaden, wenn die jetzt hier stattfindende Sachlage dargelegt, und für die demnächst zu unternehmenden Schritte die leitenden Gesichtspunkte bezeichnet werden.

Die in beiden Richtungen gleich starke relativ negative Polarisation, welche einfach mit Stromdichte und -Dauer bis zu einer gewissen Grenze wächst, wollen wir bis auf Weiteres als gewöhnliche innere Polarisation betrachten, obschon, wie bei Muskel und Nerv, ihre Abhängigkeit vom Lebenszustande, ihre Vernichtung durch Siedhitze einiges Bedenken erregt.

Ungleich schwerer ist es jedenfalls, nach unseren neueren Erfahrungen, sich vom Wesen der absolut positiven Polarisation eine auch nur vorläufig befriedigende Vorstellung zu bilden. Daran kann kein Zweifel sein, dass sie im Gegensatz zur relativ negativen Polarisation gleichsam als der mehr physiologische Vorgang erscheint. Ihre Abhängigkeit vom Lebenszustand ist grösser; am absterbenden Organ schwindet sie zuerst. Es giebt nun aber zwei verschiedene Arten sie zu deuten. Die erste Art besteht darin, sie nebst dem Organstrom als Nachwirkung eines durch elektrische Reizung ausgelösten Schlages anzusehen, die zweite darin, sie als Folge einer durch den homodromen Strom unmittelbar bewirkten säulenartigen Anordnung der elektromotorischen Molekeln zu betrachten.

Beim ersten Blick scheinen für die erste Auffassung sehr starke Gründe zu sprechen. Da wir den Schlag selber durch säulenartige Anordnung elektromotorischer Molekeln erklären, kann man fragen, worin denn diese Anordnung und die durch den homodromen Strom unmittelbar erzeugte, der absolut positiven Polarisation entsprechende, sich von einander unterscheiden sollen, weshalb nicht letztere stets zu einem Schlag ausarte. Die zweite Annahme, wonach die absolut positive Polarisation durch den homodromen Strom unmittelbar bewirkt würde, nicht aber durch den heterodromen Strom, bürdet dem Organ eine neue und dunkle Eigenschaft mehr auf. Freilich scheint auch die erste Annahme Ähnliches mit sich zu bringen, sofern dabei nur der homodrome Strom den Schlag auslösen würde. Man kann aber dieselbe Reihe der Erscheinungen, welche Fig. 7 zu erläutern bestimmt war, auch ableiten, wenn man den heterodromen Strom neben relativ negativer, absolut positiver Polarisation einen Schlag erzeugen lässt; er muss zwar viel schwächer bleiben als der durch den homodromen Strom erzeugte, aber hierfür bietet wenigstens das Gesetz der Zuckungen eine Analogie.

Bei alledem bleiben bei der ersten Erklärung solche Bedenken zurück, dass ich nicht wage, ihr rückhaltlos zuzustimmen. Zunächst ist zu bemerken, dass sie auf der Voraussetzung fusst, die wir der Einfachheit halber oben machten, die aber doch unbewiesen ist, dass der heterodrome Strom unfähig sei, relativ positive Polarisation zu erzeugen. Gewiss ist nur, dass solche Polarisation noch nicht gesehen wurde, doch könnte sie, schwächer als die homodrome absolut und relativ positive, stets von der relativ negativen Polarisation verdeckt gewesen sein. Dies ist sogar die Vorstellung, die wir unserer Construction in Fig. 7 zu Grunde legten.

Sodann ist es keinesweges so sicher, dass es nicht zwei Zustände geben könne, welche, obschon beide mit säulenartiger Anordnung der Molekeln verknüpft, und in ihrer äusseren Wirkung einerlei, im Inneren der elektrischen Platten verschieden sind; deren einer dem Schlage, der andere der absolut positiven, homodromen Polarisation entspreche. Der Organstrom, die Nachwirkung des Schlages nach der ersten Annahme selber beweisen, dass nicht jede absolut positive Wirkung Schlag ist.

Nun kommt es aber in Versuchsreihen an frischeren Praeparaten zuweilen vor, dass zuerst eine ungemein starke Wirkung erfolgt, welche die Scale aus dem Gesichtsfelde schleudert, und in der man zweifellos die Nachwirkung eines Schlages, wenn nicht dessen letzte Theile selber erkennt. Dies Phaenomen sieht ganz anders aus als die gewöhnliche absolut positive Polarisation, die man bei öfterer Wiederholung des Versuches am nämlichen Praeparat unter denselben Umständen erhält, indem es keine der ursprünglichen Stärke proportionale Nachhaltigkeit zeigt. Einen ähnlichen zeitlichen Verlauf beobachtet man an der Nachwirkung der durch mittelbare Reizung des Praeparates (Abschneiden heraushängender Nervenstämmchen) ausgelösten Schläge. Die Art, wie von hier ab die absolut positiven Ausschläge mit vollkommener Regelmässigkeit, der Natur der Stromstösse und der Leistungsfähigkeit des Praeparates entsprechend, tagelang mit abnehmender Stärke, zuletzt nur noch spurweise erscheinen, macht gar nicht den Eindruck, als handle es sich um einen der Muskelzuckung verwandten Auslösungsvorgang.

Hier ist der Ort, von einem bisher noch nicht ausdrücklich behandelten Punkte zu sprechen, der, obschon von grösster Wichtigkeit, in rein thatsächlicher Beziehung noch durchaus nicht hinlänglich aufgeklärt ist, das ist die Abhängigkeit der absolut positiven Polarisation von der Stromdichte. Während ich lange geglaubt hatte, dass es für die Erzeugung dieser Polarisation eine hohe Schwelle der Stromdichte gebe, fand ich zu spät, an Praeparaten des letzten von mir geopfertem Fisches, dass unter Umständen schon der Strom von Einem

Große starke absolut positive Polarisation erzeuge; wobei aber die Besonderheit sich kund gab, die mich vermuthlich früher getäuscht hatte, dass diese Wirkung rasch ein Ende nahm. Wurde jetzt die Zahl der Säulenglieder angemessen vermehrt, so erfolgten wieder die gewohnten Wirkungen (Reihe 1). Doch war es mir noch nicht möglich, mich in dem Gedränge schwankender Erscheinungen, von dem ich mich hier umgeben sah, sicher zurechtzufinden. Eine sehr sonderbare Art von Bewegung des Magnetspiegels kehrte von Zeit zu Zeit wieder, ohne dass es mir gelang, ihren Sinn zu durchschauen, geschweige sie willkürlich hervorzurufen. Sie bestand darin, dass das Scalenbild nicht wie sonst vom Maximum der Ablenkung herabfiel, sondern gleichsam schnellend zurückgeworfen wurde.

Zu spät leuchtete mir eine Versuchsweise ein, mit deren Hülfe sobald ich wieder über Zitterrochen gebiete, die Entscheidung zwischen den beiden einander hier entgegengestellten Auffassungen der absolut positiven Polarisation gelingen zu müssen scheint. Sie besteht darin, das Organpraeparat, statt es einem einzelnen Stromstoss auszusetzen, mit Wechselströmen zu tetanisiren. Ich setzte dies schon in's Werk, indem ich die Wippe statt des Säulenkreises den primären Kreis des Inductoriums schliessen liess. Wäre die absolut positive Polarisation nichts als Nachwirkung des Schlages, so müsste sie nach kurzem Tetanisiren mit grösster Stärke auftreten. Dies war aber nicht der Fall; auch bei sehr kräftiger Induction, mit der gewöhnlichen Einrichtung des Inductoriums, erfolgte nur schwache Polarisation in dem Sinne, als wären die Öffnungsschläge allein vorhanden, nämlich absolut und relativ positive Polarisation bei homodromen, relativ negative, absolut positive Polarisation bei heterodromen Öffnungsschlägen. Nach länger fortgesetztem Tetanus des Zitteraal-Organes fand Sachs dessen Strom, statt wie nach einem einzelnen Schlage verstärkt, vielmehr etwas geschwächt (s. oben S. 211). Doch ist nicht daran zu denken, daraus den Erfolg meines Versuches zu erklären. Leider konnte ich ihn bisher nur wenigmal bei gesunkener Leistungsfähigkeit des Organs anstellen, so dass ich seinem Ergebniss noch nicht völlig traue.

Noch eine Versuchsweise liegt sehr nahe, welche unter gewissen Bedingungen hier zum Ziele führen könnte; man braucht nur zu beobachten, ob auch bei längerer Schliessungszeit der homodrome Strom seine Überlegenheit bewahrt. Ist dies der Fall, so kann die positive Polarisation nicht einerlei mit dem Schlage sein, denn dieser kann bei längerem Hindurchgang eines beständigen Stromes durch das Organ doch nur im Augenblick der Schliessung sich zum Säulenstrom hinzufügen. Ich habe nun in der That auch bei 1", 5", ja 20" Schliessungszeit jene Überlegenheit noch gesehen (Reihe 8, 15, 16, 25); allein die Ver-

suche dieser Art werden erst dann beweiskräftig, wenn die Hypothese von einem irreziproken Widerstande des Organes völlig beseitigt ist.

Wie man sieht, bleibt nichts übrig, als bis zu weiteren Erfahrungen, denen aber der Weg klar vorgezeichnet ist, sich in Geduld zu fassen. Die nächste Sendung Zitterrochen wird uns der Entscheidung der hier gestellten Frage wohl einen Schritt näher bringen.

§. XIV. *Über die elektromotorischen Wirkungen der elektrischen Nerven vom Zitterrochen.*

Die einzigen Versuche über die elektromotorischen Wirkungen elektrischer Nerven, welche es bisher gab, waren die von mir am Zitterwels angestellten. Der Nerv gab zwischen Längs- und Querschnitt keinen Strom in der Ruhe und keine negative Stromschwankung im Tetanus; dagegen gab er mit zwei Grove schwach aber sicher Elektotonusströme.¹ Seine Leistungsfähigkeit war wohl schon ziemlich tief gesunken, doch wäre nicht zu verwundern, wenn auch der ganz frische Nerv Ruhestrom und negative Schwankung scheinbar versagte, da der Querschnitt der einzigen in der Axe des Nerven verlaufenden Faser zu dessen Gesamtquerschnitt sich verhält wie 1:90—104.² Wegen der erstaunlichen Besonderheit im Baue des elektrischen Zitterwels-Nerven war es also als wäre noch nie ein elektrischer Nerv elektromotorisch geprüft worden, und leider liess sich Sachs die Gelegenheit entgehen, am Zitteraale diese Lücke auszufüllen.³

Auch die italiänischen Elektrophysiologen benutzten den ihnen hier von Natur zustehenden Vorsprung nicht, und so blieb es seltsamerweise mir vorbehalten, über vierzig Jahre nach Entdeckung des Nervenstromes, im physiologischen Institut dieser nordischen Hauptstadt zuerst einen Zitterrochen-Nerven in den Bussolkreis zu bringen. Dies geschah gleich das erstemal, als ich einen Zitterrochen tödten durfte, am 13. Juni vorigen Jahres. Da man nicht wissen konnte, wie rasch die Nerven in der Sommerhitze absterben würden, bat ich Hrn. Prof. CHRISTIANI die Untersuchung vorzunehmen, während ich selber mit den Polarisationsversuchen am Organ beschäftigt war. Hr. Prof. FRITSCH hatte die Güte, die ihm so vertrauten Nerven zu praepariren.

¹ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 645.

² Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 645. Anm. — Durch einen Druckfehler steht hier 8950 statt 89.50.

³ Untersuchungen u. s. w., S. 171.

Die acht elektrischen Nerven eines grösseren Zitterrochen, jederseits vier, sind, wie ich es erwartet hatte,¹ ein vorzügliches Versuchsobject. Sie sind leicht in einer Länge von 3—4^{mm} unverzweigt darstellbar, und an mittelgrossen Thieren bis zu 2.5^{mm} dick. Wenn sie nicht als elektrische Nerven sich von anderen Nerven unterscheiden, wird man an ihnen bisher unerreichbare Aufschlüsse über die allgemeine Physik der Nerven erhalten können.

1. Ruhestrom der elektrischen Nerven des Zitterrochen.

Kurz vor den Kraftmessungen an den elektrischen Nerven wurde die Kraft des N. ischiadicus vom Frosch an denselben Vorrichtungen gemessen, und sie lieferte die gewöhnlichen Werthe, 0.014 bis 0.022 Raoult. Die Stücke von elektrischen Nerven hatten gleiche Länge mit den Stücken Ischiadnerv, 12 bis 15^{mm}; ihre grössere Dicke liess bei gleicher specifischer elektromotorischer Kraft grössere Leistung im Bussolkreis erwarten. Dies bestätigte sich nicht. Hr. CHRISTIANI erhielt von den elektrischen Nerven

I	II	III	II _b
0.0054	0.0086	0.0054	0.0089.

Die Zahl unter II_b gehört einem anderen, am 27. Juni geopfertem Thier an. Die grösste von Hrn. CHRISTIANI gefundene Kraft ist über zweimal kleiner als die der Froschnerven, über dreimal kleiner als die der Vogelnerven und der Säugernerven mit Ausnahme der Pferdenerven, und über fünfmal kleiner als die der Hummernerven nach Hrn. FREDERICQ's Bestimmungen.²

Dies auffallende Ergebniss forderte zu näherer Prüfung auf, welche ich im Laufe des Winters an zwei Zitterrochen vornahm. Vielleicht wegen der Kälte und des Hungers, unter denen die Thiere seit mehr als zwei Monaten litten, erhielt ich aber durchschnittlich noch kleinere Werthe als Hr. CHRISTIANI: das Mittel aus seinen vier Messungen ist 0.007075, aus meinen sechzehn nur 0.005925. Nur in Einem Falle, wo der Nerv besonders frisch war, fand ich höhere Werthe, und einmal stieg sogar die Kraft auf 0.01123, eine Grösse, wie man sie auch an schwächeren Froschnerven antrifft, die jedoch viel dünner sind. Sofern meine Messungen die von Prof. CHRISTIANI einfach bestätigen, würde ich nicht weiter davon reden, allein ich stiess dabei auf ein Verhalten, welches mir wichtig genug erscheint, um es in folgender Tabelle vorzuführen.

¹ Diese Berichte, 1883. Bd. I. S. 387.

² Archiv für Physiologie. 1880. S. 68. 71.

Elektromotorische Kraft der elektrischen Zitterrochen-Nerven
in Raoult.

		Zwischen Aequator und		Zwischen		D — Δ	
		peripheri- schem Querschnitt (+ P, ↑)	centralem Querschnitt (+ C, ↓)	beiden Querschnitten (P — C)			
				beobachtet (D)	berechnet (Δ)		
Dritte Torpedo, 29 ^{cm} lang, getödtet am 13. XII. 83.	L	IV	0.00529	0.00284	—	—	—
		III	0.00658	0.00400	—	—	—
		II	0.00724	0.00458	+ 0.00160	+ 0.00265	— 0.00105
	R	I	0.00366	0.00185	+ 0.00194	+ 0.00181	+ 0.00013
		I	0.00699	0.00489	+ 0.00119	+ 0.00210	— 0.00091
		II	0.00680	0.00583	+ 0.00105	+ 0.00097	+ 0.00008
Vierte Torpedo, 25 ^{cm} lang, getödtet am 28. XII. 83.		I	0.01123	0.00970	+ 0.00150	+ 0.00153	— 0.00003
		II	0.00757	0.00577	+ 0.00187	+ 0.00180	+ 0.00007
		Trige- minus- zweig	0.00361	0.00301	+ 0.00195	+ 0.00060	+ 0.00135

Die römischen Zahlen sind die Ordnungszahlen der elektrischen Nerven, L und R bedeuten links und rechts. Alles Übrige spricht für sich selbst. Wie man sieht, giebt sich in diesen Versuchen durchweg grössere Negativität des peripherischen Querschnittes gegen den Aequator zu erkennen. Nachdem mir dies in den beiden ersten Versuchen aufgefallen war, leitete ich fortan das Stück Nerv mit den Thonschilden auch von beiden Querschnitten ab. Die letzte Spalte zeigt, wie genau die so erhaltene Kraft mit dem Unterschied der Kräfte zwischen Aequator und beiden Querschnitten stimmt. Um die Sicherheit der gefundenen Regel auf die Probe zu stellen, bat ich Hrn. FRITSCH, das eine Ende der Nervenstücke mit einem Fäserchen bunter Flockseide zu bezeichnen, und mir das Stück zu reichen ohne mir zu sagen, welches Ende das centrale, welches das peripherische sei. Ausnahmslos gab ich dies auf den ersten Blick nach dem im Nerven von Querschnitt zu Querschnitt aufsteigenden Strome richtig an. Auch zwischen symmetrischen, den Querschnitten nahen Längsschnittspunkten liess sich der aufsteigende Strom nachweisen. Es wird von Interesse sein, ihm am unversehrten Nerven nachzuforschen.

Das erste Mal, dass diese Thatsachen geschehen wurden, war der Zitterroche auf die oben S. 205 angegebene Art durch Ausstanzen der elektrischen Lappen getödtet worden, und da ich erst einige Zeit nachher zur Untersuchung der Nerven kam, war die Möglichkeit da, dass die geringere Negativität des centralen Querschnittes auf dem nach der Peripherie zu fortschreitenden Absterben der Nerven beruhe.

Bei dem vierten Zitterrochen, dessen Nerven die Zahlen in den drei letzten wagerechten Reihen der Tabelle lieferten, beugte ich diesem Verdacht dadurch vor, dass ich, statt den Fisch zu enthürnen, mit dem oben S. 206 erwähnten Messer einen Sagittalschnitt in einiger Entfernung von den Kiemen, und unmittelbar darauf einen zweiten durch die Kiemen selber, der Schädelkapsel nahe, führte. Zwischen diesen beiden, fast gleichzeitigen Schnitten, lagen nunmehr die Nervenstücke, deren beide Querschnitte also gleich alt waren. Hier konnte von einem durch das Absterben bewirkten Unterschied nicht mehr die Rede sein, und doch war der elektromotorische Unterschied ebenso ausgesprochen wie gesetzmässig vorhanden. Auch zwischen den beiden Querschnitten eines aus dem Organ geschälten, vom Centrum so weit entlegenen Nervenweiges, dass das örtliche Absterben ihn noch nicht füglich erreicht haben konnte, fand ich den aufsteigenden Strom.

Schon vor Jahren (1867) bin ich am Froschischiadicus einer ähnlichen Regel nachgegangen, doch gelangte ich zu keiner Entscheidung; die Mehrzahl meiner Versuche sprach dafür, dass hier der centrale Querschnitt der negativere, der Nerv von Querschnitt zu Querschnitt absteigend durchflossen sei.¹ Es versteht sich, dass jetzt diese Untersuchung an verschiedenen Nerven, sowohl centripetal wie centrifugal thätigen und gemischten, wieder aufzunehmen ist. Es wird sich bald herausstellen, worum es sich handle: ob um eine Eigenthümlichkeit der elektrischen Nerven, ob um ein mit deren centrifugaler Function zusammenhängendes Grundgesetz, oder endlich ob um einen allen Nerven gemeinsamen und nur in Ernährungsverhältnissen begründeten, mehr gleichgültigen Unterschied. Der Erfolg am gemischten Froschischiadicus scheint zu lehren, dass die Sache etwas mit der Function zu thun habe. Der letzte Versuch der Tabelle, an einem Trigeminsusweige, widerspricht dem nur scheinbar, sofern dieser Zweig, als secretorischer Nerv, auch als centrifugal thätiger anzusehen sein möchte. Dagegen scheint dieser Versuch schon zu zeigen, dass die grössere Negativität des unteren Querschnittes nicht den elektrischen Nerven als solchen eigenthümlich sei, was auch wenig wahrscheinlich war.

Es fragt sich nun aber noch, welche Bewandniss es mit der geringen elektromotorischen Kraft der elektrischen Zitterrochen-Nerven habe. Der Versuch am Trigeminsusweige scheint gleichfalls schon zu beweisen, dass ihnen diese Eigenthümlichkeit nicht wegen der elektrischen Function zukomme. Doch wäre es möglich, dass sie auf

¹ Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 196; — Archiv für Physiologie. 1880. S. 68 Anm.

die elektrische Immunität der Zitterrochen und auf die von BOLL nachgewiesene hohe Reizschwelle ihrer Muskelnerven¹ sich bezöge. Hier sind weitere Erfahrungen nöthig. Ein paar am Sehnerven des Karpfen und des Hechtes nebenher angestellte Versuche lieferten noch kein mittheilbares Ergebniss.

2. Negative Schwankung des Stromes der elektrischen Zitterrochen-Nerven bei der Thätigkeit.

Der oben in Hrn. CHRISTIANI's Versuchen mit II bezeichnete Nerv lag mit Längs- und Querschnitt auf und hielt den Faden auf 60^{sc} . Mittels des runden Compensators wurde der Faden auf Null zurückgeführt. Als nun Hr. CHRISTIANI den Nerven mittels des Schlitten-inductoriums tetanisirte, erhielt er negative Schwankung im Betrage von 5^{sc} , also $\frac{1}{12}$ der ursprünglichen Stromstärke. In einem anderen Falle, wo der Nerv schon zu Elektrotonusversuchen gedient hatte, betrug die compensirte Ablenkung 120 , die Schwankung 90^{sc} , also volle $\frac{3}{4}$ der Stromstärke; nach Durchschneiden und Wiedezusammenkleben des Nerven zwischen den beiden Elektrodenpaaren war jede Wirkung beim Tetanisiren verschwunden.

Ich machte einen ähnlichen Versuch an dem in der Tabelle mit R. I bezeichneten Nerven, und erhielt, bei 52^{sc} Ablenkung, HELMHOLTZ'scher Anordnung und

100 ^{mm}	Rollenabstand	0,
50 "	" "	2,
25 "	" "	5 ^{sc}

negativen Ausschlages, also eine Schwankung von $\frac{1}{10}$. Mit einem in Seewasser getränkten Wollfaden statt des Nerven blieb jede Wirkung aus.

Soweit war Alles in Ordnung, aber sehr befremdlich ist, dass sowohl Hr. CHRISTIANI wie ich ausser der negativen Schwankung einen schnellen positiven Vorschlag, ich auch zweimal einen solchen Nachschlag (um so zu sagen) erfolgen sahen. Diese positiven Zucke des Magnetspiegels können auf keinen Fehler der Versuchsanordnung (Stromschleifen, Fernwirkungen u. d. m.) geschoben werden, weil sie in einem Zeitabstand von einem halben Jahre zuerst von Hrn. CHRISTIANI, dann von mir an durchaus verschiedenen Vorrichtungen wahrgenommen wurden, und weil nach Durchschneiden des Nerven oder mit einem feuchten Wollfaden nichts mehr davon erschien. Ob hier etwas den elektrischen Nerven Eigenthümliches vorliege, müssen weitere Versuche entscheiden. Wie dem auch sei, über der Beobachtung dieser unerwarteten Nebenwirkung und über dem Aufsuchen des vermeintlichen

¹ Untersuchungen u. s. w. S. 265.

ihr zu Grunde liegenden Versuchsfehlers wurde eine Beobachtung versäumt, welche hier nachzuholen sein wird: nämlich die der Fortpflanzung der Schwankung nach beiden Richtungen in einem rein centrifugal wirkenden Nerven. Entsprechende Beobachtungen wurden bisher erst von mir an den Spinalnerven-Wurzeln vom Frosch gemacht.¹

3. Elektrotonusströme an den elektrischen Nerven des Zitterrochen.

Auch bei Untersuchung der Elektrotonusströme an den elektrischen Nerven ist Prof. CHRISTIANI auf Unregelmässigkeiten gestossen, welche sich vorläufig keinem sicheren Gesetz unterordnen lassen, und der Aufklärung durch weitere Versuche bedürfen. Ich habe am vierten Nerven der rechten Seite des am 13. December geopfertten Fisches, bei 10^{mm} Länge der drei Strecken, mit einem bis fünf Grove im elektrotonisirenden Kreise, anelektrotonische und katelektrotonische Zuwachse regelmässig erfolgen sehen; erstere bis zu einer gewissen Grenze steigend und erst dann allmählich abnehmend, letztere sogleich sinkend. Nach Durchschneiden und Wiederzusammenkleben des Nerven zwischen der erregten und der abgeleiteten Strecke blieben schwache, zum Theil verkehrte Wirkungen übrig, welche auf die bei der Dicke des Nerven nicht ganz zu vermeidenden Stromschleifen zu deuten waren. Die absolute Grösse der beobachteten Zuwachse war so beträchtlich, dass 10000 Windungen erst in 50^{mm} Entfernung vom Spiegel passende Ablenkungen gaben; über ihre verhältnissmässige Grösse liess sich aus Mangel an einem Vergleichspunkt nicht urtheilen. Auch hier wurde leider versäumt, den Elektrotonus abwechselnd in centripetaler und in centrifugaler Richtung sich ausbreiten zu lassen. In Prof. CHRISTIANI's viel zahlreicheren Versuchen war dies der Fall; aber die erwähnten Unregelmässigkeiten stellten sich bei beiden Richtungen ein, und es bleibt wiederum nichts übrig, als sich bis zu neuen Versuchen zu gedulden.

Die Versuche über Polarisirung des elektrischen Nerven sind noch nicht weit genug gediehen, um etwas Sicheres darüber mittheilen zu können. Die elektromotorische Kraft der Muskeln zu messen fand ich noch nicht Zeit. Hoffentlich bringt das Frühjahr in einer neuen Sendung Zitterrochen die Gelegenheit, die verschiedenen hier angebahnten Einzeluntersuchungen gemächlicher und gründlicher, als es im ersten Anlauf möglich war, der Vollendung weiterzuführen, wie auch zeitnehmende Versuche anzustellen.

¹ Untersuchungen über thierische Elektrizität. Bd. II. Abth. I. S. 589.

Anhang.

In den folgenden Tabellen, welche nur einen Theil meiner Versuchsergebnisse enthalten, bedeutet die römische Zahl die Anzahl der Grove, *SZ* die Schliessungszeit, *OS* die Organstromkraft, *L* die Länge der Säulen des Organpräparates, *P* (Periode) die Zeit zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Versuchen. Das Zeichen \parallel will sagen, dass der Versuch an demselben Präparat unter den angegebenen neuen Bedingungen fortgesetzt wird. Die Ablenkungen an Bussole (*S*), mit Ausnahme der in Reihe 25, wo dies keinen Sinn gehabt hätte, sind auf die Ablenkung reducirt, welche bei gleicher Stromstärke 5000 Windungen in 30^{mm} Abstand vom Magnetspiegel, sämtliche Ablenkungen an Bussole (*P*) auf die, welche 50 Windungen in 20^{mm} Abstand hervorgebracht haben würden. Daher rühren die bei grösserer Stärke und Dauer der Ströme vorkommenden, weit über die Grenzen der Scale hinausgehenden grossen Zahlen (vergl. die Abhandlung über secundär-elektromotorische Erscheinungen u. s. w. a. a. O. S. 356). 500 + x steht, wie schon früher, für eine Ablenkung über die Grenzen der Scale hinaus, welche also nicht reducirt werden konnte; ein Strich in einem Felde zeigt an, dass aus irgend einem Grunde die Beobachtung verloren ging; wie denn auch *OS*, *L* und *P* nicht überall verzeichnet sind.

Die Ordnungszahlen der Zitterrochen (1., 2., ... Torp.) entsprechen der Reihenfolge der Tage, an denen sie geopfert wurden: 13. und 27. Juni, 13. und 28. December vorigen, 2. Februar dieses Jahres. Ihre Längen, in derselben Reihenfolge waren 29, 36, 29, 25, 26^{cm}. — 'Frisch' bedeutet, dass der Versuch am gleichen Tage, 2., .. Tag, dass er erst an diesem Tage nach dem der Tödtung angestellt wurde.

1.

5. Torp. — 2. Tag. — *OS* noch positiv.

SZ 0'0764

$$\begin{array}{c} \text{S} \left| \begin{array}{ccccccc} -234 & +80 & +10 & -4 & +3 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right| \text{X} \left| \begin{array}{ccccccc} +22 & -15 & +25 & -50 & -12 & -34 & \end{array} \right| \\ \text{P} \left| \begin{array}{ccccccc} + & 9;7.5 & +5 & 5 & +5 & 8;8.5 & \end{array} \right| \end{array}$$

Die Reihe zeigt, dass der homodrome Strom schon von Einem Grove absolut und relativ positive Polarisation zu erzeugen vermag, jedoch nur kurze Zeit lang, wonach ein stärkerer Strom noch wie gewöhnlich wirkt.

2.

Wie Reihe 1.

$$\text{SZ } 0'0764$$

$$\text{II } \begin{array}{c} \text{S} \uparrow + 357 \downarrow - 110 \uparrow + 85 \downarrow - 5 \uparrow + 74 \downarrow - 0.5 \uparrow + 62 \downarrow 0 \\ \text{P} \downarrow 7.5 \uparrow 7 \uparrow 8.5 \downarrow 8.5 \uparrow 8 \downarrow 7.5 \uparrow 7.5 \downarrow 8 \end{array} \parallel \begin{array}{c} \downarrow - 85 \\ \downarrow - \end{array}$$

Die Reihe scheint zu zeigen, dass bei kurzer Schliessung eines schwachen Stromes die relativ negative Polarisation bald so zurücktritt, dass fast nur noch homodrome, absolut und relativ positive Polarisation übrig bleibt.

3.

3. Torp. — 2. Tag. — OS 0.0129. — 2'P.

$$\text{SZ } 0'0063$$

$$\text{V } \begin{array}{c} \text{S} \uparrow + 500 \downarrow - 350 \uparrow + 190 \downarrow - 118 \uparrow + 160 \downarrow - 179 \\ \text{P} \downarrow 5.5 \uparrow 2.25 \uparrow 4.2 \downarrow 3.6 \uparrow 4.2 \downarrow 2.8 \end{array}$$

Die Reihe lehrt, dass unter Umständen schon fünf Grove die positive und negative Polarisation sehr schön hervortreten lassen.

4.

2. Torp. — Frisch. — L 23^{mm}. — OS 0.0145. — 2'P.

$$\text{SZ } 0'0764$$

$$\text{V } \begin{array}{c} \text{S} \uparrow + 35 \downarrow - 126 \uparrow - \downarrow - 122 \uparrow \left\{ \begin{array}{c} - 3 \\ + 15 \end{array} \right\} - 70 \uparrow + 28 \\ \text{P} \downarrow 29.5 \uparrow 23 \uparrow 28 \downarrow 24.5 \uparrow 28 \downarrow 24.5 \uparrow 28 \end{array}$$

Der trotz der scheinbar günstigeren Bedingungen minder günstige Erfolg rührt schwerlich von der über zehnmal grösseren Länge der Schliessungszeit her, sondern von den bisher jeder Beherrschung spottenden Unregelmässigkeiten dieser Versuche. Bemerkenswerth ist die doppelsinnige Wirkung beim dritten homodromen Stromstoss.

5.

4. Torp. — Frisch.

$$\text{SZ } 10'580$$

$$\text{V } \begin{array}{c} \text{S} \uparrow - 200 \downarrow - 190 \\ \text{P} \downarrow 500 + x \uparrow 485 \text{ n. s. f.} \\ \downarrow 471 \end{array}$$

Bei längerer Schliessungszeit erfolgt nur noch negative Polarisation. Der polarisirende Strom sinkt bei solcher Dauer, trotz der unpolarisirebaren Elektroden, um eine kleine Grösse.

6.

3. Torp. — 2. Tag. — $2\frac{1}{2}''\text{P.}$

$$\begin{array}{c} \text{SZ } 0''0032 \\ \mathbf{X} \begin{array}{c} \text{S} \uparrow -32 \uparrow +19 \downarrow -54 \uparrow +40 \downarrow -4 \uparrow +39 \downarrow -3 \uparrow +35 \downarrow -2 \uparrow \\ \text{P} \downarrow 8.2 \downarrow 8.2 \downarrow 6.6 \downarrow 8.2 \downarrow 6.6 \downarrow 6.6 \downarrow 6.6 \downarrow 11.5 \downarrow 6.6 \downarrow \end{array} \parallel \begin{array}{c} \text{SZ } 1''024 \\ -113 \uparrow -79 \downarrow -94 \uparrow \\ \downarrow 301 \downarrow 318 \downarrow 318 \end{array} \text{u. s. f.} \end{array}$$

In dieser Reihe mit möglichst kleiner Schliessungszeit zeigt sich wieder wie in Reihe 2. das Zurücktreten der negativen Polarisation, welche sofort allein das Feld behauptet, sobald die Schliessungszeit eine gewisse Grenze überschreitet. Auffallend, und an Ähnliches bei Zuckungsversuchen erinnernd, ist das Wachsen der Wirkungen während der ersten vier Stromwechsel.

7.

2. Torp. — Frisch. — L 25^{mm} . — OS 0.00789.

$$\begin{array}{c} \text{SZ } 0''0764 \\ \mathbf{X} \begin{array}{c} \text{S} \uparrow +38 \downarrow -140 \uparrow +55 \downarrow -58 \uparrow +45 \downarrow -42 \uparrow +44 \downarrow -30 \\ \text{P} \downarrow 68.9 \downarrow 42.7 \downarrow 68.9 \downarrow 58.8 \downarrow 62.4 \downarrow 57.3 \downarrow 62.4 \downarrow 59 \end{array} \end{array}$$

Bei über zehnmal längerer, obsehon noch immer kurzer Schliessungszeit macht sich die negative Polarisation doch schon stärker geltend als in voriger Reihe.

8.

3. Torp. — Frisch. — OS 0.01331. — $3'\text{P.}$

$$\begin{array}{c} \text{SZ } 21''78 \\ \mathbf{X} \begin{array}{c} \text{S} \uparrow -424 \uparrow -260 \downarrow -398 \uparrow -270 \\ \text{P} \downarrow 564 \downarrow 589 \downarrow 548 \downarrow 573 \\ \text{bis} \downarrow 515 \downarrow 564 \downarrow 484 \downarrow 548 \end{array} \end{array}$$

Diese Reihe zeigt die rein negative Polarisation bei längerer Schliessungszeit, und das Sinken des polarisirenden Stromes um einen erheblichen Bruchtheil.

9.

3. Torp. — 2. Tag. — OS 0.00442. — $1\frac{1}{3}'\text{P.}$

$$\begin{array}{c} \text{SZ } 0''0032 \\ \mathbf{XX} \begin{array}{c} \text{S} \uparrow +31 \downarrow -55 \uparrow +57 \downarrow -5.5 \uparrow +58 \downarrow -3.5 \uparrow +44 \downarrow -3 \uparrow +50 \downarrow -3.5 \\ \text{P} \downarrow 12 \downarrow 6 \downarrow 14 \downarrow 6.5 \downarrow 6.5 \downarrow 12 \downarrow 6.5 \downarrow 12 \downarrow 6 \downarrow 8.5 \downarrow 6.5 \end{array} \text{u. s. f.} \end{array}$$

Derselbe Erfolg wie bei X und gleicher Schliessungszeit (Reihe 6).

10.

2. Torp. — Frisch. — L. 29^{mm}. 2⁴P.

		SZ 0''0764												13 14 15		
XX	S	↑ +280	↓ -45	↑ +50	↓ -45	↑ +44	↓ -34	↑ +34	↓ -57	↑ +30	↓ -52	↑ +26	↓ -42	↑ +23	↓ -37	↑ -9
	P	↓ 274	↑ 91	↓ 266	↑ 92	↓ 237	↑ 104	↓ 237	↑ 108	↓ 232	↑ 112	↓ 232	↑ 104	↓ 224	↑ 125	↓ 208
		16	17	18										28	29	30
	S	↓ -37	↑ -10	↓ -34	↑ -14	↓ -33	↑ -16	↓ -30	↑ -18.5	↓ -28	↑ -20	↓ -31	↑ -21	↓ -30	↑ -23	↓ -29
	P	↑ 125	↓ 195	↑ 125	↓ 195	↑ 125	↓ 191	↑ 129	↓ 191	↑ 141	↓ 191	↑ 141	↓ 183	↑ 145	↓ 170	↑ 141

In dieser Reihe, deren dreissig Stromwechsel bei der 2⁴Per. eine Stunde dauerten, spricht sich am Vollständigsten das in Fig. 7 graphisch versinnlichte Gesetz aus. Vom 15. Wechsel ab deckt sich die Erscheinungsweise der Polarisationen mit der von SACHS am Zitteraal beschriebenen (s. oben S. 214 ff.).

11.

2. Torp. — 2. Tag. — OS 0.0045. — 2⁴P.

		SZ 0''764						SZ 21''78					
XX	S	↑ +520	↓ -140	↑ +65	↓ -95	↑ +31	||	↓ -1509	↑ -355	↓ -1161	↑ -606	↓ -954	↑ -632
	P	↓ -	↑ 72	↓ 154	↑ 77	↓ 147		↑ 929 bis	↓ 1161 bis	↑ 1393 bis	↓ 1316 bis	↑ 1548 bis	↓ 1342
								864	1071	1079	1213	1218	

Die Versuche mit kurzer Schliessungszeit, welche nur eine Wiederholung der vorigen Reihe sind, dienen zum Beweise, dass das Praeparat noch leistungsfähig war. Die Ablenkungen der Bussole (*P*) bei der längeren Schliessungszeit stimmen gut mit den in Reihe 8 mit nur X Grove bei gleicher Schliessungszeit erhaltenen. Ihre mit der Versuchsdauer wachsende Grösse rührt von Erwärmung des Praeparates her. Die Ablenkungen durch die negative Polarisation in dieser zweiten Hälfte der Reihe sind auffallend gross.

12.

1. Torp. — 2. Tag. — OS 0.00587. — 2^{1/2}P.

		SZ 0''0629											
XXX	S	↓ -58	↑ +99	↓ -50	↑ +50	↓ -40	↑ +28	↓ -38	↑ +12	↓ -34			
	P	↑ 239	↓ 260	↑ 256	↓ 267	↑ 260	↓ 260	↑ 260	↓ 256	↑ 253			

Fortan kehren im Wesentlichen dieselben Dinge wieder.

13.

2. Torp. — Frisch. — L 20^{mm}. — OS 0.009. — 2⁴P.

		SZ 0''0764											
XXX	S	↓ -128	↑ +80	↓ -134	↑ +130	↓ -73	↑ +49						
	P	↑ 134	↓ 284	↑ 146	↓ 262	↑ 151	↓ 268						

14.

2. Torp. — 2. Tag. — L 17^{mm}. — OS 0.0053. — 2¹/₂P.

SZ 0''319

XXX	S	↓	-500-x	↑	+1'0	↓	-325	↑	+56	↓	-115	↑	-10	↓	-150	↑	-37
	P	↓	370	↑	796	↓	376	↑	766	↓	370	↑	684	↓	380	↑	654

15.

2. Torp. — Frisch. — L 14^{mm}.

		SZ 1''024										SZ. 5''202					
XXX	S	↑	+150*	↓	-500-x	↑	-145	↓	-500-x	↑	-190	||	↑	-500-x	↓	-500-x	
	P	↑	1712	↓	1012	↑	1326	↓	1012	↑	1064	||	↑	—	↓	5475	

Hier bot sich die merkwürdige Erscheinung dar, dass die absolut und relativ positive Ablenkung (*) sich ganz langsam entwickelte, offenbar durch das entsprechende Sinken negativer Polarisation, welches aber in diesem Fall nicht schnell genug geschah, um Gelegenheit zu doppelsinniger Ablenkung zu geben.

16.

1. Torp. — Frisch. — L 12^{mm}. — 3¹/₃P.

		SZ 5''202									
XXX	↑	-2288	↓	-3840	↑	-2247	↓	-2105			
		2886	↓	3105	↑	3461	↓	2434			

17.

1. Torp. — 3. Tag. — L 15^{mm}. — OS? — 2¹/₂P.

		SZ 0''0629									
XXX	S	↑	-87	↓	-84	↑	-90	↓	-89		
	P	↑	513	↓	513	↑	544	↓	560		

Das abgestorbene Organ giebt keine positive Polarisation mehr.

18.

1. Torp. — Frisch, aber abgebrüht. — 2¹/₂P.

		SZ 5''202									
XXX	↑	-30	↓	-21	↑	-21	↓	-13			
		8773	↓	9830	↑	11204	↓	—			

Durch die Siedhitze ist die negative Polarisation so gut wie vernichtet, dagegen der Widerstand des Praeparates vermindert, wenn auch wohl nicht im Verhältniss, wie es sich aus dem Vergleich mit Reihe 16 zu ergeben scheint (s. oben S. 224).

19.

1. Torp. — Frisch. — L 27^{mm}. — OS 0.0083. — 2 $\frac{1}{2}$ 'P.

$$\begin{array}{c} \text{SZ } 0'0629 \\ \text{L } \begin{array}{c} \text{S} \uparrow + 163 \downarrow - 184 \uparrow + 45 \downarrow - 163 \uparrow \left\{ \begin{array}{l} - 20 \\ + 16 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} - 41 \\ + 11 \end{array} \right\} - 135 \uparrow \left\{ \begin{array}{l} - 49 \\ + 2 \end{array} \right\} - 135 \\ \text{P} \left| \begin{array}{c} 543 \downarrow 390 \uparrow 465 \downarrow 407 \uparrow 457 \downarrow 457 \downarrow 394 \uparrow 390 \downarrow 407 \end{array} \right| \end{array} \end{array}$$

Die Reihe interessirt durch das Vorkommen doppelsinniger Wirkungen.

20.

1. Torp. — Frisch. — L 27^{mm}. — OS 0.0105. — 2 $\frac{1}{2}$ 'P.

$$\begin{array}{c} \text{SZ } 0'0629 \\ \text{L } \begin{array}{c} \text{S} \uparrow + 756 \downarrow - 470 \uparrow + 387 \downarrow - 384 \uparrow + 153 \downarrow - 322 \uparrow + 88 \downarrow - 337 \uparrow + 20 \\ \text{P} \left| \begin{array}{c} 548 \downarrow 332 \uparrow 527 \downarrow 382 \uparrow 631 \downarrow 390 \uparrow 519 \downarrow 448 \uparrow 423 \end{array} \right| \end{array} \end{array}$$

Nächst der gewaltigen positiven Anfangswirkung interessirt hier das Verhältniss zwischen homo- und heterodromer Stromstärke im primären Kreise (s. oben S. 218).

21.

Bei L und 21''8 Schliessungszeit wurde die Scale durch die negative Polarisation in beiden Richtungen aus dem Felde geschleudert. Es verlohnte sich nicht hier noch grössere Zahlen als die in Reihe 16 zu verzeichnen.

22.

5. Torp. — 2. Tag. — OS 0.022.

Polarisation bei quengerichtetem polarisirenden Strom.

$$\begin{array}{c} \text{SZ } 0.0764 \qquad \text{SZ } 1'024 \\ \text{XX } \begin{array}{c} \text{S} \begin{array}{c} - 85 \left| \begin{array}{c} \leftarrow - 20 \rightarrow \leftarrow - 10 \rightarrow + 25 \leftarrow - 60 \rightarrow \end{array} \right\| \begin{array}{c} - 35 \left| \begin{array}{c} \leftarrow - 54 \rightarrow \leftarrow - 38 \rightarrow \leftarrow - 42 \end{array} \right\| \\ \text{P} \begin{array}{c} 652 \left| \begin{array}{c} \leftarrow 665 \rightarrow \leftarrow 669 \rightarrow 665 \leftarrow 677 \rightarrow \end{array} \right\| \begin{array}{c} 5465 \left| \begin{array}{c} \leftarrow 5539 \rightarrow \leftarrow 5560 \end{array} \right\| \end{array} \end{array} \end{array}$$

Die grosse Stärke des polarisirenden Stromes rührt von der Kürze und dem grossen Querschnitt der ihm bei quergelagertem Praeparat dargebotenen Bahn her. In querrer Richtung scheint (abgesehen von der unverständlichen Wirkung im 4. Versuch) keine positive, nur schwache negative Polarisation stattzufinden.

23.

5. Torp. — 2. Tag. — OS 0.0030.

Polarisation bei querrer Ableitung.

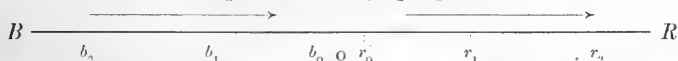
		SZ 0'0764													
XX	S	\uparrow	r	\downarrow	s	||	Quer abgeleitet	\uparrow	r	\downarrow	s	\uparrow	o	\downarrow	o
	P	\downarrow	134	\uparrow	75			\downarrow	116	\uparrow	79	\downarrow	116	\uparrow	113
			+190		-140				32		17		0		0

r und s bedeuten 'roth' und 'schwarz', die Farben der beiden Hälften der Scale, also die Seite, nach welcher der Spiegel abgelenkt wurde. Man sieht, dass bei querrer Ableitung fast jede Wirkung ausbleibt.

24.

5. Torp. — Frisch. —

Nachweis der säulenartigen Anordnung der elektromotorischen Kräfte im polarisirten Organpraeparat.



BR stellt das als linearer Leiter schematisirte, von B zu R durch den Schlag, den Organstrom und den homodromen Strom durchflossene Praeparat vor. Beruhen die positive und negative homodrome und die negative heterodrome Polarisation auf säulenartiger Anordnung elektromotorischer Kräfte, so muss in allen Fällen zwischen beliebigen zwei Punkten der Strecke BR die Polarisation in gleichem Sinne, bei gleichem Abstand der ableitenden Spitzen in gleicher, bei grösserem Abstand und hinreichendem ausserwesentlichen Widerstande in grösserer Stärke erscheinen. $RB = L$ betrug 22^{mm}, $b_2 r_2$ 18^{mm}, $b_0 r_0$ 1.5^{mm}, $o b_2 = o r_2$ 9^{mm}, $b_1 r_1$ ungefähr ebensoviel. Um die Angaben nicht zu verwirren ist die in jeder Theilstrecke beobachtete Organstromkraft fortgelassen.

A. Homodromer Strom, absolut und relativ positive Polarisation.

		SZ 0'0764						SZ 0'0764							
XX	S	\uparrow	$b_2 r_2$	$b_0 r_0$	$b_2 r_2$	$b_0 r_0$	Neues Praeparat	\uparrow	$b_1 r_1$	$b_0 r_0$	$b_1 b_2$	$r_1 r_2$	$b_1 b_2$	$b_3 r_2$	
	P	\downarrow	+205	+20	+146	+6		\downarrow	+500+x	+148	+170	+31; +12	?	+20	
			171	163	159	159			213	180	167	159; 163	147	134	

B. Homodromer Strom, absolut und relativ negative Polarisation.

		SZ 1'024													
XX	S	\downarrow	$b_0 r_0$	$b_1 r_1$	$b_2 r_2$	$o b_2$	$o r_2$	$b_0 r_0$	$b_2 r_2$						
	P	\uparrow	-64	-125	-160	-117	-121	-45	-145						
			703	703	715	707	711	715	707						

C. *Heterodromer Strom, relativ negative, absolut positive Polarisation.*

SZ 0'0764							SZ 1'024					
XX	S P	$b_0 r_0$	$b_2 r_2$	$0 b_2$	$0 r_2$	$b_0 r_0$	$b_2 r_2$	Neues Praeparat	$b_0 r_0$	$b_2 r_2$	$0 r_2$	$b_2 r_2$
		10	105	30	45	10	47		78	215	70	250
		71	75	75	79	79	75		761	744	757	736

25.

5. Torp. — Frisch.

Der Kreis der Bussole (S) bildet eine Nebenschließung zum Praeparat (s. Fig. 8A u. B u. S. 221 ff.).

SZ 0'0764										SZ 1'024													
XX	S	230	↑	150	↓	216	↑	158	↓	193	↑	162	↓	190	||	↓	255	↑	245	↓	255	↑	255
	P	↓	141	↑	269	↓	145	↑	239	↓	146	↑	228	↓	146	↓	1162	↑	1254	↓	1179	↑	1267
	5000 Windungen in 21,										in 36cm Abstand												
	vom Spiegel der Bussole (S).																						

1884.

XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

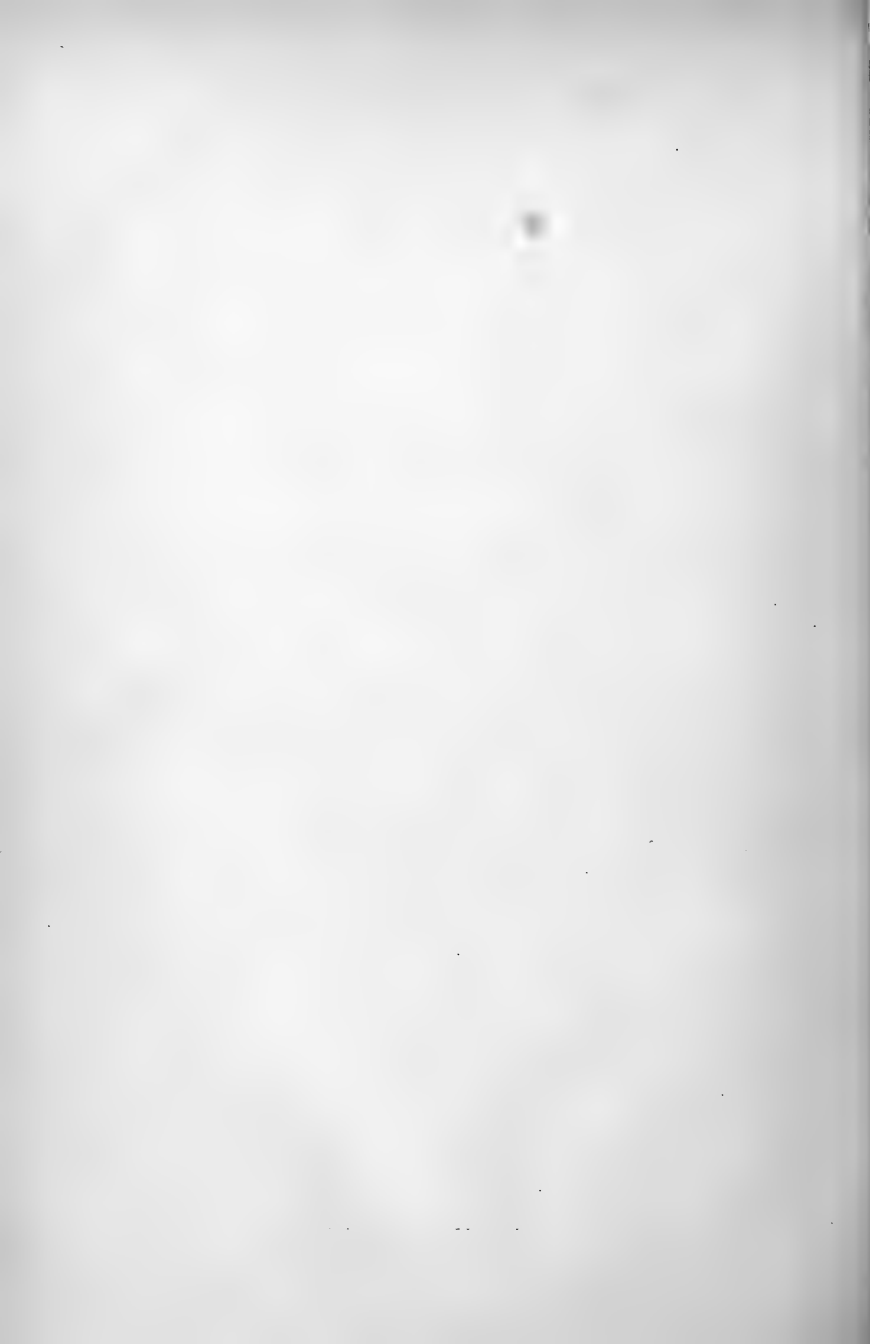
13. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

1. Hr. DILLMANN las: über die Regierung, insbesondere die Kirchenordnung des Königs Zar'a-Jacob. Diese Mittheilung wird in den Abhandlungen erscheinen.

2. Derselbe legte ferner eine Abhandlung des Hrn. Dr. P. SCHRÖDER über neue palmyrenische Inschriften vor. Die Mittheilung wird in einem späteren Sitzungsberichte erscheinen.

Ausgegeben am 20. März.



1884.

XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

20. März. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtstages Seiner Majestät
des Kaisers und Königs.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

Der vorsitzende Secretar eröffnete die Sitzung, an welcher der vorgeordnete Minister Hr. von GOSSLER Excellenz theilnahm, mit folgender Festrede:

Vereinigt abermals zur Feier eines Tages, den wir vom Königtage zum Kaisertag haben werden sehen und der also den gewaltigen sittlichen und bürgerlichen Vorschritt unseres Volkes in unserer Zeit in festlicher Freude zum Ausdruck bringt, zur Feier desjenigen Herrschers, der so sehr ein Mehrer des Deutschen Reiches gewesen ist, dass für einen solchen in der Zukunft kein weiterer Raum bleibt, zur Feier des Geburtstages unseres Kaisers und Königs versuchen wir wiederum der Empfindung des Dankes und der Freude, des Vertrauens und der Hoffnung den angemessenen Ausdruck zu geben.

Ganz vermögen wir es nicht. Wenn es der Vorzug und das Glück der jetzigen Generation ist mit unserem ehrwürdigen Kaiser und unter ihm zu leben, so ist es späteren Geschlechtern vorbehalten das, was wir erlebten und erfuhren, oft durch den Augenblick so beherrscht, dass der grosse Zusammenhang der Dinge, das Ineinandergreifen mächtiger Verhältnisse und gewaltiger Persönlichkeiten vor den momentanen Eindrücken zurücktraten, dies Erlebte und Erfahrene in die feste Form des geschichtlichen Urtheils zu fassen und die deutliche

Erkenntniss der dauernden Erfolge zum allgemein gültigen Ausdruck zu bringen. Wir empfinden es ja alle in lebhaftester Weise, dass die Instanz der Geschichte die Auffassung der Mitwelt nicht rectificiren, nur schärfer begründen und tiefer fassen wird; aber das Urtheil steht bei den Mitlebenden nicht. Getrost stellen wir es der Zukunft anheim.

Aber einen Rückblick in die ferne Vergangenheit will ich heute versuchen, und versuchen in diesem Rückblick auf das was war die Empfindung für das zu steigern, was da ist, was wir heute haben. Wenn diese Rückschau auch in die ferne griechische und römische Zeit uns hinführt, so glaube ich damit nicht unsere eigene Vergangenheit zu verlassen. Wie man auch dazu thun mag die sogenannten classischen Studien durch eine andere Jugendbildung zu verdrängen, die sehr häufig nichts anderes ist als die drapirte Ignoranz; wie in der That unvermeidlicher Weise das eigentliche Können und Wissen auf classischem Gebiet sich in engere Kreise zurückzieht und die weiteren nur durch deren Vermittelung noch daran Theil haben, das bleibt immer wahr, dass griechisches Sinnen und römisches Denken auch jetzt noch bewusst oder unbewusst die humane Bildung beherrschen; und wenn die Gedanken der Lebenden zu ihren Ahnen im Reiche des Geistes sich zurückwenden, sie bei den Dichtern, den Künstlern, den Staatsmännern Athens und Roms öfter verweilen als bei denen der zeitlichen Vorepoche unserer heutigen Cultur. War es unseren Rechtsgelehrten nicht wie ein wiedergewonnenes Stück der eigenen wissenschaftlichen Vergangenheit, als Niebulr den Gaius in Verona fand? ist der Hermes des Praxiteles, den deutsches Wagen und deutsches Geld aus dem Sande des Alpheios wieder ans Sonnenlicht emporhob, nicht überall, und vor allem hier in Berlin, unter die häuslichen Heiligthümer aufgenommen, unter diejenigen Symbole, die, wie die Rose im Garten, jeden bei sich an jedem Tage in seinem eigenen kleinen Heim daran erinnern, dass die Welt des Schönen auch ihm mitgehört? Wir werden auch ferner das Ideal menschlicher Gesittung fortfahren auf gut lateinisch Humanität und denjenigen, welcher den Homer meint mit der Zeit durch die Lehre von den Kegelschnitten ersetzen zu können, auf gut griechisch einen Banausen zu nennen, und wir rechnen für dieses Latein und dieses Griechisch auch ferner auf das Verständniss und das Einverständniss des deutschen Publicums.

Es ist uns mit jenen unseren geistigen Vorfahren wie vieles Andere, so auch und vor Allem das gemeinsam, dass die grosse nationale Entwicklung überall, bei den Griechen und den Römern wie nicht minder bei uns, eine Tochter der Noth ist. Die enge und dumpfe Gemeinschaft, von der alle Entwicklung ausgeht, der urwüchsige Particularismus, wenn es gestattet ist ein modernes politisches Schlag-

wort auf sehr heterogene Bildungen anzuwenden, sind durch die freischaffende Liebe allein nirgends überwunden, nirgends zur grossen Gesamtentwicklung gesteigert worden. Im Erz steckt wohl das Gold wie das Eisen; aber die Macht des Feuers gehört dazu um das Gold wie das Eisen darzustellen. Wie den Menschen nur die Noth und der Drang des Lebens zum Manne schmiedet, wie die Individuen, welche die Gefahren und die Leiden des Daseins niemals an sich und in sich erfahren haben, nie das Leben beherrschen und nie des wirkenden Daseins volles Glück gewinnen werden, so erwächst auch den Nationen die Ausgestaltung des Volksthum nur aus schwerem Kampf und wohlbestandener Gefahr.

Vielleicht nirgends tritt dies ausnahmslos die Geschichte beherrschende Gesetz mit solcher unmittelbaren Gewalt, mit solcher jugendlichen Wundermacht zu Tage wie in der Entwicklung der Hellenen. Die Epoche, in welcher sie einen weltgeschichtlichen Factor bilden, ist freilich kürzer gemessen als die jedes anderen im grossen Sinne historischen Volkes; wie der Achilleus der Sage und der Alexander der Wirklichkeit, so ist auch geschichtlich der Hellenismus selbst jung gestorben, vor seiner Zeit zu Ende gegangen. Aber die Farbe und der Duft der Blume steht oft zu ihrer Dauer im umgekehrten Verhältniss. Die Hellenen sind aus einzelnen Stämmen und Städten zum Volk umgeschaffen worden durch den Ansturm der Perser. Freilich können wir uns Hellas nicht denken ohne die homerischen Gesänge an der ionischen Küste, nicht ohne die solonische Grundlage freier bürgerlicher Ordnung, nicht ohne den straff gespannten lakonischen Kriegslagerstaat; dies alles ist älter; aber dass dies alles in einander schmolz und ohne sich aufzuheben sich paarte und mischte, das ist das Werk der Könige Dareios und Xerxes. Als die grosse Gefahr über Hellas hing, sagt Thukydides, und die zweite Invasion mit ihrer ungeheuren Übermacht im Anzug war, da stellten sich die Athener und nach ihnen die übrigen Griechen Europas unter den Oberbefehl des militärisch mächtigsten Staates, des spartanischen, und also siegte Hellas über Persien bei Salamis, bei Plataeae, bei Mykale. Und als sie gesiegt hatten, brachten sie den Hellenen der Inseln und der asiatischen Küste die Freiheit; um den Nationalfeind weiter abzuwehren, griffen sie ihn auf seinem Continent an, und auf allen Küsten des Archipels wehte die siegreiche Flagge des neuen hellenischen Bundes. Nirgends ist so, wie bei dieser grandiosen Einführung der hellenischen Einheit, die Vereinigung der einzelnen Stämme gegen den gemeinsamen Feind unmittelbar zum Nationalstaat geworden.

Freilich lag in diesem plötzlichen und unerhörten Erfolg zugleich diejenige Gefahr, durch welche die historischen Zauberschläge sich zu

ihrem Nachtheil von den langsam reifenden Erfolgen unterscheiden. Es war ein Unglück für die siegenden Griechen, dass die ideale und die reale Führung in dem grossen Kampfe nicht zusammengingen, so wenig sich mit einander zu verständigen vermochten, dass schon die Verfolgung des Sieges selbst die Sieger aus einander warf. Die Spartaner weigerten sich die asiatischen Griechen in die Gemeinschaft der Hellenen zuzulassen; das war unpopulär, aber vielleicht verständig. Mochten die Hellenen diesseit des ägäischen Meeres und die der Inseln sich vor der grossen Continentalmacht zu behaupten vermögen; dieser Macht ihre eigene Küste zu entreissen und den schmalen Streifen Vorderasiens zu behaupten war sehr patriotisch, aber wie andere sehr patriotische Dinge nicht allzu weise. Den Vorschlag der Spartaner, die kleinasiatischen Griechen aus den schönen Thälern des Hermos und des Maeandros nach den Felsgestaden des westlichen Hellas überzusiedeln, wiesen die Athener unwillig zurück; sie unternahmen es allein mit ihren engeren Verbündeten auszuführen, was das ganze Hellas zu versuchen sich nicht getraute. So entstand einerseits die innere Spaltung zwischen der lakedämonischen Geschlechterherrschaft und dem in entfesselter Demokratie gewaltig aufstrebenden Athen, andererseits unter Athens Führung der delische Bund oder, wie man bald auch sagte, das athenische Seereich, das hauptsächlich mit seinem Geld und seinen Schiffen zugleich dem persischen Grosskönig und der Aristokratie daheim Schach bot. Athen hat das Spiel verloren und doch gewissermassen auch gewonnen. Sein Reich war geschichtlich von keiner Dauer, man ist versucht zu sagen nicht von dieser Welt; aber was an idealer Herrlichkeit noch heute die Welt durchleuchtet, Historie, Philosophie, Tragödie, Komödie, Plastik oder mit andern Worten Thukydides, Sokrates, Platon, Aeschylos, Sophokles, Euripides, Aristophanes, Pheidias, das nennt sich seitdem und wird sich ewig nennen mit griechischen Namen und in jenen herrlichen Vormännern ewig seine Bannerträger verehren. Die Einigung der Nation misslang; Zeuge dessen ist die Sprache, in welcher der attische Dialekt keineswegs so weit durchdrang, dass er die alleinige Schriftsprache geworden wäre. Aber die Einigung der Geister ist dennoch gelungen; mochten die Stadtschreiber auch ferner in ihren Urkunden böotisch und kretisch reden, die gebildete Welt und die Litteratur, nicht bloss in Hellas, sondern in dem ganzen gebildeten Osten und zum grossen Theil auch in dem Westen redeten, oder wollten reden, nicht sowohl griechisch als attisch. Die gewaltige Flamme der nationalen Einigung, aus der dieses attische Wesen erwachsen war, hat nicht die Nation, aber dafür die Welt geeinigt; und es ist als wäre von der jugendlichen Genialität jenes National-

krieges der Salamiskämpfer gegen die Asiaten dem weltumschlingenden und menschenversöhnenden Hellenismus der Folgezeit ewig ein Anhauch geblieben.

Noch einmal kam etwas Ähnliches wieder mit dem makedonischen Alexander; freilich, wie solche Ähnlichkeiten auftreten, zugleich in völlig umgewandelter Gestalt. Es war wieder der Gegensatz der Hellenen und der Perser — denn nur die Unmündigen verkennen, dass Alexander nicht bloss ein Hellene war, sondern auch der Apostel des Hellenismus; aber ein Apostel nicht des Friedens, sondern des Krieges, nicht ein Abwehrer, sondern ein Angreifer. Dieser Grieche fragte nicht, ob Hellas seine Ausgewanderten in Asien zu schützen stark genug sei, sondern er unterwand sich Asien zu bezwingen, und es gelang ihm, gleich wie dem Themistokles der Sieg bei Salamis. Aber auch er hatte mehr erstrebt als behauptet werden konnte; und sein kurzes Regiment mit langdauernder mehr geistiger als äusserlicher Nachwirkung bietet wohl eine Parallele zu dem athenischen Seereich mit seinen idealen Consequenzen. Der Hellenismus Alexanders ist einerseits realer, dauerhafter, umspannender als die Meerrherrschaft der Athener, andererseits im Reiche des Geistes wohl die Geburtsstätte physikalischer und allgemein realer Forschung und überhaupt der sogenannten Gelchrsamkeit, aber nicht gleich jener Jugendzeit durch den Glanz der Schönheit und den Frühlingshauch des Geistermorgens verklärt. Doch auch hier darf man wohl sagen, dass von jenem bewaffneten Apostolat des hellenischen Volksthums, das Alexander vertritt, etwas übrig geblieben ist in der Geistesgewalt der freien Forschung, welche die Natur theoretisch erkennt und praktisch bezwingt.

Nicht minder deutlich wie in Griechenland tritt es in der Geschichte Italiens zu Tage, dass die nationale Einigung ein Werk der nationalen Nothwehr ist. Was dort die Perser für Griechenland gethan haben, das haben in Italien die Gallier verrichtet. Erzählungen dieser Vorgänge sind nicht auf uns gelangt; verglichen mit den beglaubigten und lebendigen Schilderungen, welche uns von den Schlachten und den Verträgen der Hellenen übrig geblieben sind, müssen wir uns hier mit der Kunde gewisser Allgemeinheiten und dauernder Einrichtungen begnügen, welche übrigens über die Hauptmomente keinen Zweifel lassen. Die gallische Nation ist wie wohl keine andere ein Wandervolk gewesen; nachdem sie das ganze transalpinische Gebiet bis tief in die spanische Halbinsel hinein und bis nach Schottland und Irland hin erfüllt hatte, versuchte sie in verhältnissmässig später Zeit auf der italischen Halbinsel sowie noch später in Griechenland und Kleinasien sich festzusetzen. Italiens Besetzung gelang zum grossen Theil; die ganze nördliche Landschaft bis hinab nach Bologna und

Ravenna ist Jahrhunderte lang so gut keltisch gewesen wie die Thäler der Rhone und der Themse; bis in die Nähe von Rom lassen sich die Spuren gallischer Siedelungen verfolgen. Ganz unzweifelhaft verdankt Italien seine nationale Einigung der Abwehr dieses gemeinsamen Feindes. Die beiden grossen eigentlich italischen Stämme, der samnitische und der latinische, waren wohl verwandt, aber doch sprachlich so verschieden, dass sie sich schwerlich einander verstanden, und als Nachbarn in ewiger Fehde begriffen; der dritte Hauptstamm, der etruskische, jenen beiden mindestens ebenso fremd, wahrscheinlich fremder als die schliesslich doch auch demselben Mutterschooss entsprungenen Gallier. Was jene drei Völker vereinigte, war weit weniger die gemeinschaftliche Abstammung als die höhere Cultur und der ältere Besitzstand. Aus diesem nothgedrungenen Völkerbund ist Italien hervorgegangen. Die älteste Bezeichnung des Gegensatzes ist von der Bekleidung hergenommen: die togati streiten gegen die braccati, die Röcke gegen die Hosen. Auch der Name Italien ist ursprünglich ganz anders bezogen und dann als das Symbol dieser Liga mit der Zurückdrängung oder Denationalisirung der Kelten weiter nach Norden gewandert, bis er endlich erst in caesarischer Zeit die Alpen erreichte und hier anhielt. Dass in diesem Kampf Rom die Führung nahm, das ist der Ausgangspunkt der römischen Hegemonie oder des römischen Reiches oder des geeinigten Italien. Noch bis in späte Zeit, als längst der letzte Vertreter der gallischen Nation Vercingetorix unter dem römischen Beil gefallen war und die Nachkommen der keltischen Königsgeschlechter bei dem Kaiserhof sich um Offizierspatente bewarben, stand der Satz in den römischen Kriegsartikeln, dass bei jedem Einfall der Gallier in Italien auch der Priester und wer sonst vom Kriegsdienst befreit war, marschiren müsse. Wie aus den Flammen, die der Perser in die Akropolis von Athen warf, die hellenische, so ist aus dem gallischen Brande Roms die Einheit Italiens hervorgegangen. Und hier bestand jene innere Spaltung nicht, welche den Hellenen mit dem Siege über den Landesfeind zugleich den Keim des Bürgerkrieges brachte. Wie wenig wir auch von den inneren Zuständen Italiens in jener Zeit wissen, daran kann kein Zweifel sein, dass die römische Bürgerschaft jener Zeit politisch wie militärisch fester in sich gegründet war als Sparta sowohl wie Athen; weder eine Adelskaserne noch ein Schiffervolk, sondern eine rechte wehrfähige Bauerngemeinde, die mit ihren bald durch ganz Italien reichenden den dürftigen attischen Klebruchien weit überlegenen Verzweigungen ein ansässiges und dennoch schlagfertiges Landheer darstellte. So kam es denn auch hier, nicht ohne arge Gewaltsamkeit, nicht ohne dass viele Blüthen geknickt wurden, aber es kam doch zu einer äusserlich wie innerlich durch

geführten Einigung des Volkes: ein Regiment nach aussen, eine Münze, eine Sprache. Es ist merkwürdig genug, dass die lateinische Sprache, litterarisch der Entwicklung der hellenischen auch nicht entfernt zu vergleichen, vielleicht in dieser Hinsicht kaum den von ihr in Samnium und in Etrurien unterdrückten Idiomen überlegen, dennoch in verhältnissmässig kurzer Zeit eine Allgemeingültigkeit, eine exclusive Berechtigung gewann, welche die griechische Sprache niemals weder den eigenen Dialekten noch den Nebensprachen gegenüber zu erringen vermocht hat. Die Macht des Staates, der nicht bloss ideal empfundenen, sondern mit festem Blick und starker Hand realisirten staatlichen Einheit, stand hinter der römischen Sprache wie hinter dem römischen Recht, und bis in die Gegenwart hinein reicht von beiden die mächtige Wirkung.

Haben wir, die wir uns jetzt Deutsche nennen, die Gemeinschaftlichkeit des Namens und des Staats etwa auf dem Wege der inneren friedlichen Entwicklung, der freundlichen Verständigung erreicht? Die Geschichte aller Völker beginnt mit den Fehden der Stämme gegen einander; aber länger, gewaltsamer, innerlicher hat kein Volk dieser innere Hader durchsetzt und zerrüttet als das deutsche. Arminius Sieg über den Landesfeind, während der Böhmenkönig seine Hülfe verweigert und dann die Schlacht zwischen den Cheruskern und den Sueben und der Ruin der beiden Stämme — ist das nicht eine freie Übersetzung von Marathon und Aegospotamoi ins Deutsche? und wer fortfahren wollte durch all die vielen Jahrhunderte den Streit der Sachsen und der Franken, der Lutherischen und der Päpstlichen und so ferner zu verfolgen, der sollte meinen, dass nicht die Nächstenliebe, sondern der Nächstenhass das eigentliche Element der deutschen Geschichte ist. Dennoch sind wir jetzt zur Einheit gelangt und, was man auch dagegen anstellen und versuchen möge, auf dem Wege zur Einigkeit. Wem danken wir es? Die Geschichte antwortet auch hier: der glücklich abgewehrten Vergewaltigung von aussen her, dem Frevel und dem Übermuth der Landesfeinde. Warum beginnt die gemeingültige historische Erinnerung des Deutschen, warum die deutsche Litteratur mit dem siebenjährigen Krieg und dem alten Fritz? weil damals nicht bloss die Preussen, sondern die Deutschen überhaupt es lernten, wie deutsche Männer sich zu schützen wissen gegen Russen und Franzosen und Kroaten. Hohenfriedberg steht gleichberechtigt neben Marathon. Es kam die Zeit, wo halb Deutschland in den Händen der Gallier war, wie einst halb Italien in den Händen der Kelten: die Zeit, wo der Kölner anfang französisch zu sprechen und eine Succursale des Palais royal im Hessenland regierte. Damals zuerst wurde es auch dem verbissenen Stammpatrioten deutlich, dass es

noch Schlimmeres in der Welt gebe als den bösen Preussen und fingen selbst die hartnäckigsten Religionsfanatiker an zu begreifen, dass die Kugeln paritätisch sind und die Gläubigen und die Ketzer doch am Ende ein Vaterland haben. Dann kam unsere Zeit. Was soll ich von dieser Ihnen sagen, die Sie alle die schwere Noth mit erlebt haben und mit erlebt haben das hohe Glück, das aus jener erblüht ist? Ist es nicht genug zu sagen, dass wir heute den 22. März feiern, um alle Saiten des Herzens wieder zum Klingen zu bringen, um es wieder so lebhaft zu empfinden wie in den Tagen der herrlichen Siege selbst, dass wir jetzt ein geeinigtes Volk sind und bleiben?

Die Landesfeinde haben ihr Werk gethan; sie werden es stehen lassen und keinen Dank dazu haben. Der unsrige geht nach anderer Richtung. Nicht alles verdanken wir unseren Herrschern, glücklicher Weise. Die deutsche Spracheinheit ist älter als die deutsche Volkseinheit; wenn der Italiker seine Nebensprachen daran gab, der Grieche ihnen eine wenigstens formale Gleichstellung mit der Sprache der Nation einräumte, so haben wir es darin besser gemacht als diese und jene. Unser liebliches Alemannisch, unser im Lachen wie im Weinen gleich inniges und herzliches Plattdeutsch sind nicht verschwunden, aber haben sich willig beschieden nur im holden Reich der Musen und der Scherze mitzuherrschen, und sie hindern nicht, sondern fördern das allgemeine grosse einige Geistesleben der Nation. Dies verdankt die Nation sich selbst, zunächst dem Vorkämpfer der heutigen Culturepoche, Doctor MARTIN LUTHER. Dann die gewaltige Geistesarbeit des deutschen Volkes, die das letzte Jahrhundert ausfüllt, die Erschaffung unserer Litteratur, unserer Wissenschaft, unserer Kunst ist die freie That der Vielen; die Regierung kann dazu nicht viel mehr thun als für den Erntesegen und das Schifferglück. Das deutsche Schaffen im hellenischen Sinne konnte wohl eine gewisse Zeit hindurch die Sorge erwecken, ob nicht auch die deutsche Einigung mehr im idealen Reich des Geistes als in der derben Wirklichkeit der Dinge sich vollziehen werde. Diese Furcht besteht nicht mehr; wir wissen und fühlen jetzt alle, dass deutsche Kunst und deutsche Wissenschaft bestimmt sind den deutschen Staat zu schmücken und zu verklären und ihn zu bewahren vor jener einseitig realen Entwicklung, welche dem Römerthum ewig angehaftet hat. Dass wir dies sagen dürfen, das danken wir unserem Herrscherhause, zunächst dem Vorkämpfer des deutschen Volkes in seinen letzten Schlachten, dem Kaiser WILHELM. Wir Deutschen sind ein treues Volk, und dürfen uns dessen rühmen und freuen. Wir hadern über die meisten Dinge, menschliche wie göttliche: in der Treue gegen unseren Herrscher finden

wir uns zusammen. Hier giebt es keine Parteien und keine Confessionen; wer das Gegentheil sagt, der sagt mit Bewusstsein die Unwahrheit. In diesem Zeichen haben wir gesiegt und werden wir, sollte es nöthig sein, wiederum siegen.

Hierauf wurden die statutarisch vorgeschriebenen Jahresberichte über die fortlaufenden grösseren litterarischen Unternehmungen der Akademie verlesen.

1. Von den Griechischen Inschriften ist der zweite Band der von Prof. KOEHLER in Athen redigirten zweiten Abtheilung des *Corpus inscriptionum Atticarum* im October des verflossenen Jahres im Drucke vollendet worden und zur Ausgabe gelangt; der dritte Band sammt den Indices der zweiten Abtheilung befindet sich in Arbeit. Mit der Herstellung der Scheden für die Sammlung der Nordgriechischen Inschriften ist Prof. DITTENBERGER in Halle beschäftigt. Die sich ihrem Ende nähernde Arbeit an den Italischen und Sicilischen Inschriften hat durch die Übersiedelung des Redacteurs, des Prof. KAIBEL, von Rostock nach Greifswald eine Verzögerung erfahren, so dass ein bestimmter Termin für den Beginn des Druckes noch nicht mit Sicherheit in Aussicht genommen werden kann.

2. Von dem lateinischen Inschriftenwerke sind die beiden die Südhälfte Italiens bis Terracina und Ancona umfassenden Bände, der neunte und der zehnte der Reihe, bearbeitet von Hrn. MOMMSEN, im Laufe des Jahres 1883 abgeschlossen worden und zur Ausgabe gelangt. Von der stadtrömischen als sechster Band bezeichneten Abtheilung, welche selbst wieder aus sieben Theilen bestehen wird, befinden sich, nach Publication der beiden ersten, jetzt der dritte und der fünfte, die falschen umfassende, unter Redaction des Hrn. HÜLSEN im Satz und wird der letztere demnächst erscheinen. Von den drei Bänden, welche Mittelitalien von der oben bezeichneten Grenze bis zum Po (XI), das alte Latium (XIV) und Südfrankreich (XII) umfassen, haben die Herausgeber, die HH. BORMANN, OTTO HIRSCHFELD und DESSAU den Druck weiter geführt. Für den einzigen noch nicht im Satz befindlichen Band (XIII), der das nördliche Frankreich und das Rheinland umfasst, fördert Hr. ZANGEMEISTER die Vorarbeiten.

Supplementararbeiten für die abgeschlossenen Bände, deren Nothwendigkeit sich immer mehr herausstellt und deren Umfang selbstverständlich mit dem herannahenden Abschluss des Hauptwerkes steigt,

sind im Gange für fünf Bände: für Spanien (II) durch Hrn. HÜBNER; für Orient und Donauländer (III) durch die Hrn. MOMMSEN und OTTO HIRSCHFELD; für die Mauer- und Grifflinschriften von Pompeii (IV) durch Hrn. ZANGEMEISTER; für Africa (VIII) durch Hrn. JOHANNES SCHMIDT; endlich für die Stadt Rom hinsichtlich der bereits erschienenen Abtheilungen (VI, 1. 2). Für Spanien und Pompeii haben dieselben in dem verflossenen Arbeitsjahre geruht; für die übrigen drei Gebiete sind grössere Nachträge zunächst in der *Ephemeris epigraphica* entweder erschienen oder in Vorbereitung begriffen. Die Publication einzelner Supplementbände im Format des Hauptwerkes wird voraussichtlich bald in Angriff genommen werden können.

3. Hr. Prof. HÜBNER hat den Druck der *Palaeographie der lateinischen Inschriften von Caesars Tod bis auf Justinian* begonnen und bis zum 26. Bogen geführt.

4. Von der römischen Prosopographie sind die Vorarbeiten so weit gefördert, dass diese im Laufe des nächsten Jahres werden abgeschlossen werden können.

5. Von der akademischen Commission für die Herausgabe der *Commentatoren des Aristoteles* wurde der folgende Bericht erstattet:

Von der Ausgabe der *Aristoteles-Commentare* sind im verflossenen Jahre zwei Bände vollendet worden: *Alexander in Priora Analytica* (II 2) herausgegeben von Hrn. WALLIES (Berlin) und die zweite Hälfte der Paraphrasen des Sophonias (XXIII 3. 4) von Hrn. HAYDUCK (Marienburg) und WALLIES (Berlin) bearbeitet. Die von Hrn. HEYLBUT (Göttingen) vorbereitete Ausgabe der *Commentatoren der Ethik* (Bd. XIX. XX.) ist soweit fortgeschritten, dass *Aspasius* in diesem Jahre bestimmt vollendet sein wird. Die Ergänzung des handschriftlichen Materials für die übrigen Schriften dieser beiden Bände ist unterdessen weitergeführt worden. So hat Hr. HEYLBUT den ungedruckten *Anonymus* zu Buch V aus zwei nach Göttingen geschickten *Oxforder Handschriften* abgeschrieben und die *Collationen* zu den gedruckten *Commentaren* aus einem von der *Pariser Bibliothek* übersandten *Coislinianus* vervollständigt. Hr. BELGER (Berlin) hat die Bearbeitung des ungedruckten *Asclepius* zur *Metaphysik* soweit gefördert, dass der Druck in einem Vierteljahre beginnen kann. Auch die Einleitung des *Porphyrius* (*Quinque voces*) wird zu dieser Zeit in der Bearbeitung des Hrn. BUSSE (Berlin) zum Drucke vorliegen. Der reichhaltige handschriftliche Apparat wurde durch *Collation* einer *Florentiner* und *Münchener Abschrift* vervollständigt. Aber die *Recension* des Textes wurde durch die Berücksichtigung der lateini-

sehen Übersetzung des Boethius aufgehalten, da bei der Unzuverlässigkeit der Drucke hierfür erst das handschriftliche Material beschafft werden musste. Hierfür wurden Pariser, Münchener und Florentiner Handschriften verglichen, welche gestatten, die Übersetzung in einer neuen Gestalt vorzulegen. Sie wird als Anhang dem griechischen Original beigegeben werden. Auch der Commentar des Porphyrius zu den Kategorien (*κατὰ πρῶτον καὶ ἀπόκρισιν*) ist soweit fertig gestellt, dass seine Publication zugleich im ersten Hefte des vierten Bandes erfolgen kann. Die Collation des ungedruckten David'schen Commentars zu Porphyrius aus der Hamilton'schen Handschrift 382 ist ebenso wie die Abschrift der ungedruckten David'schen Prologomena beendet. Der von Hrn. DIELS in Paris abgeschriebene Stephanus *περὶ ἐρμηνείας* (Bd. XVIII 3) ist von Hrn. HAYDUCK bearbeitet und dem Drucke übergeben worden. Ebenso Johannes Philoponus' Commentar zur Physik, nachdem Hr. VITELLI (Florenz) die Fragmente des fünften bis achten Buches während seines vorjährigen Aufenthaltes in Paris gesammelt hat. Die Herausgabe der kleinen Schriften Alexanders, die seit 1881 Hr. BRUNS (Göttingen) in unserem Auftrage begonnen hat, ist soweit gefördert, dass *περὶ ψυχῆς* gegen Ende des Jahres zum Drucke gelangen wird. Da es aus formellen Gründen unthunlich erschien, diese Schriften in die Reihe der eigentlichen Commentare einzustellen, so werden sie in dem zweiten Bande einer Sammlung peripatetischer Schriften erscheinen, die unter dem Titel SUPPLEMENTUM ARISTOTELICUM eine Anzahl für die Geschichte der aristotelischen Studien wichtiger Documente enthalten soll. Diese zunächst auf zwei Bände berechnete Sammlung wird in der ersten Hälfte des ersten Bandes die zwei Bücher der Constantinischen Excerpte aus Aristoteles Tiergeschichte enthalten. Das erste Buch war bereits 1870 von Hrn. ROSE in seinen *Anecdota* publiciert worden, diesem hat in der neuen Ausgabe der Herausgeber Hr. SP. LAMBROS (Athen) ein zweites weit umfänglicheres Buch hinzugefügt, das er vor einigen Jahren in einer der Athosbibliotheken aufgefunden hat. Auch in diesem ist (neben zahlreichen Excerpten aus Aelian) die Epitome des Aristophanes von Byzanz eine Hauptquelle. Daneben erscheinen einige Fragmente des Ktesias und vor allem des Timotheus von Gaza, welche uns gestatten, in diesem Zeitgenossen des Anastasios einen Nachahmer Aelians auch in stilistischer Hinsicht zu erkennen. Diese Publication ist im Drucke bis auf die Register vollendet. Die zweite Hälfte des Supplementbandes wird die für die aristotelische Tradition wichtigen Überreste des Neuplatonikers Priscianus in der Bearbeitung des Hrn. BYWATER (Oxford) enthalten, sowohl die Metaphrase des Theophrast *περὶ αἰσθήσεως* als die *Solutiones ad Chosroën*. Die letztere Schrift wird in Folge

handschriftlicher Funde des Hrn. DETLEFSEN (Glücksburg) und des Herausgebers in wesentlich vollständigerer Gestalt erscheinen.

6. Über die Fortführung der Herausgabe der politischen Correspondenz berichtete Hr. DUNCKER:

Von der politischen Correspondenz König FRIEDRICH'S II. sind im abgelaufenen Jahre wiederum zwei Bände, der zehnte und elfte der Öffentlichkeit übergeben worden. Sie umfassen die Documente der auswärtigen Politik vom Juli des Jahres 1753 bis zum Januar des Jahres 1756. Der in den Handschriften bereits vollendete zwölfte Band führt die Publication bis zum Einmarsch in Sachsen, bis zum Beginn der Operationen des siebenjährigen Krieges. Der zweite Band der »Preussischen Staatsschriften aus der Regierungszeit FRIEDRICH'S II.«, welcher die dem Zeitraum von 1746 bis 1756 angehörigen diesseitigen Deductionen in authentischer Gestalt mit den erforderlichen Erläuterungen wiedergiebt, befindet sich im Drucke.

Der Einblick, den die neu erschlossenen Urkunden der Zeiten gewähren, welche dem Entscheidungskampfe der sieben Jahre unmittelbar voraus liegen, lässt den in jenen Tagen wie noch zu unserer Zeit so oft und so laut als den Friedensstörer Europas angeklagten Monarchen endlich in seiner wahren Gestalt erkennen — als den thätigsten Freund des Friedens, den besorgtesten Wächter der Ruhe, der bis zum letzten Moment umsichtigst bemüht ist, den Krieg dem Continent Europas und wenn nicht diesem, wenigstens Deutschland fern zu halten. Niemand wusste besser als er, dass im Frieden Preussens Kräfte unter seiner Hand in höherer Progression emporwuchsen als die seiner Nachbarn, deren Verwaltung mit der preussischen nicht Schritt zu halten vermochte, und dass jedes neue Friedensjahr die neue Stellung Preussens fester begründete; Niemand sah klarer als er, dass in jener Lage Europa's der Krieg Preussen keinerlei Gewinn, nur grosse Gefahren bringen und schwere Opfer abfordern konnte.

Die kriegelerische Aufwallung gegen Preussen, von welcher Russland Angesichts der zwischen Preussen einerseits, Sachsen und England andererseits schwebenden Differenzen im Frühling 1753, im Laufe von acht Jahren zum dritten Male, ergriffen worden, war zwar dem Rathe Österreichs, auf bessere Constellationen zu warten, dem festen Bestand des preussisch-französischen Defensivbündnisses gegenüber zu Boden gefallen, aber doch nicht ganz ohne Folgen geblieben. Die Differenz wegen Schädigung der preussischen Seefahrt d. h. der neutralen Flagge durch englische Kreuzer war noch immer nicht ausgeglichen, noch immer fürchtete König GEORGE II. eine preussische Invasion Hannover's; diese Besorgniss und der Kriegseifer, den Russland gegen

Preussen gezeigt, liessen ihn die vor Jahren eingeleiteten Verhandlungen mit dem Petersburger Hofe über die Insoldnahme der russischen Armee Seitens Englands wieder anknüpfen. Die Verständigung war am Ausgange des Jahres 1753 nahezu erreicht. Da sich die Stütze des Königs im Westen von Jahr zu Jahr schwächer erwies, erschien der active Zutritt Russlands zu dem Bunde Österreichs und Englands gegen Preussen um so bedrohlicher. Vergebens bemüht sich der König, den französischen Hof aus seiner Indolenz zu wecken, vergebens den Dritten in seinem Bunde, Schweden, dem inneren Zwist zwischen Senat und Krone zu entreissen, der Schwedens Kraft vollständig lähmte. Je weniger brauchbar sich Frankreich und Schweden zeigen, um so mehr sieht sich der König darauf gewiesen, Preussen dem Einverständniss Österreichs, Englands und Russlands gegenüber durch eine neue Kraft zu verstärken. Sie war nur am Bosphorus zu finden. Er versucht es, die Pforte seinem Gegenbunde zu gewinnen, den jungen deutschen Kriegsstaat mit dem alten Kriegsstaate der Osmanen in Verbindung zu bringen. Seine Agenten eilen nach Constantinopel. Die Unfähigkeit Osman's des Dritten und seiner Veziere lassen die Unterhandlungen des Königs, welche Schweden und Frankreich, die ein exclusives Recht auf die Beziehungen der Pforte zu haben meinen, misfällig sehen und unausreichend unterstützen, nicht zum Ziele kommen.

Der jenseits des Oceans zwischen Frankreich und England ausbrechende Conflict lenkt Englands Blicke dorthin und hemmt seine Verhandlungen in Petersburg. Deutlich sieht der König voraus, welche Folgen dieser Krieg über Europa bringen muss, wenn es nicht gelingt, denselben im Keime zu ersticken. Die schwachmüthige Geduld, mit welcher Frankreich Schlag auf Schlag hinnimmt, empört ihn, — das ist nicht der Weg, England aufzuhalten, zur Besinnung und zum Frieden zu bringen. Ein rasch entscheidender Gegenzug vermöchte es vielleicht. Aber Frankreich versteht seine Andeutung nicht. Täglich überzeugt er sich mehr, dass, wenn der Krieg vom Ohio und Newfoundland nach dem Rhein und der Weser herüber kommt, Frankreich ihm noch weniger leisten wird, als 1744 und 1745. Welche Hülfe sollte ihm ein Staat bringen, der sich selbst nicht zu helfen wusste? Österreich verlangte von England, falls es darauf rechne, dass Österreich Belgien gegen Frankreich vertheidige, Böhmen vor dem Angriff FRIEDRICH'S zu sichern: zu diesem Zwecke habe England die Russen gegen Preussen in Sold zu nehmen. Gehorsam beeiferte sich England, jene Subsidienverhandlung in Petersburg zum Abschluss zu bringen. Ende August 1755 empfing der König sichere Nachricht, dass das Kriegsbündniss Englands und Russlands, welches die russische Armee

zur Verfügung Englands stellte, wenn nicht bereits gezeichnet, doch gesichert sei. Von Österreich und dessen Vasallen in Deutschland, von Russland und England bedroht, ohne Aussicht auf Unterstützung seiner Verbündeten im Westen und Norden, reift in dem Könige allmählich der Entschluss, England und durch England Russland Preussen gegenüber zu entwaflnen. Am ersten September beginnt er sehr vorsichtig sich England zu nähern. Der Weisung an seinen Gesandten in London vom 7. December 1755 folgt am 1. Januar 1756 die Instruction des Königs an den Minister von PODEWILS für den Vertrags- entwurf mit England: »Preussen und England verpflichten sich gegenseitig, den Eintritt fremder Truppen in Deutschland oder deren Durchmarsch mit vereinten Kräften abzuwehren.«

7. Von Hrn. WEIERSTRASS war über die Herausgabe der Werke JACOBI's folgender Bericht eingegangen:

Die Herausgabe der mathematischen Werke C. G. J. JACOBI's hat seit dem letzten darüber erstatteten Bericht ununterbrochenen Fortgang gehabt. Der dritte Band, welcher sämmtliche auf Algebra und die Transformation vielfacher Integrale sich beziehenden Arbeiten JACOBI's bringen wird, geht seiner Vollendung entgegen, und ein Supplementband, der die bereits im Jahre 1866 von A. CLEBSCH herausgegebenen Vorlesungen über Dynamik in einer neuen, revidirten Ausgabe enthält — jedoch ohne die der ersten Ausgabe beigefügten, jetzt für den fünften Band der Werke bestimmten Abhandlungen aus JACOBI's Nachlasse — ist soeben erschienen.

Schliesslich folgte die gleichfalls statutarisch vorgeschriebene Berichterstattung der mit der Akademie verbundenen Stiftungen und wissenschaftlichen Institutionen.

8. Die vorberathende Commission der BOPP-Stiftung hat zur heutigen Sitzung folgenden Bericht eingereicht:

Für den 16. Mai, als den Jahrestag der Stiftung, ist im vorigen Jahre die Verwendung des zur Disposition stehenden Jahresertrages von 1882 nach §. 1, 2 des Statuts »zur Unterstützung wissenschaftlicher Unternehmungen« beschlossen worden, und zwar wurden dem Privatdocenten Dr. FRIEDRICH KLUGE in Strassburg i. E. zur Unterstützung seiner Arbeiten im Gebiete der germanistischen Studien 900 Mark, und dem Privatdocenten an der hiesigen Universität Dr. PAUL DEUSSEN

zur Unterstützung seiner Studien über indische Philosophie 450 Mark zugetheilt. — Der Gesamtertrag der Stiftung beläuft sich zur Zeit auf 1583 Mark.

Die vorberathende Commission der BOPP-Stiftung.

WEBER. STEINTHAL. DILLMANN. SCHMIDT.

9. Hr. AUWERS verlas folgenden von dem Vorsitzenden des Curatorium der HUMBOLDT-Stiftung Hrn. DU BOIS-REYMOND verfassten Bericht:

Das Curatorium der HUMBOLDT-Stiftung für Naturforschung und Reisen erstattet statutenmässig Bericht über die Wirksamkeit der Stiftung im verflossenen Jahre.

Diese Wirksamkeit erstreckte sich über drei bedeutende Reiseunternehmungen.

Zunächst hat die Stiftung den im October 1882 nach Deutschland zurückgekehrten Dr. OTTO FINSEN aus Bremen, der in ihrem Auftrag und mit ihren Mitteln drei Jahre lang die pacifische Inselwelt sammelnd durchforschte, in Stand gesetzt, sich der Bearbeitung seiner Reiseergebnisse und Sammlungen mit einiger Musse zu widmen. Nach seinen der Akademie eingereichten Berichten über den Fortschritt seiner Arbeiten hat Hr. Dr. FINSEN im Laufe des Jahres die Herstellung von Gypsabgüssen oceanischer Köpfe nach den von ihm auf der Reise angefertigten Masken vollendet, und mit dankenswerther Unterstützung seitens der Berliner anthropologischen Gesellschaft einen wissenschaftlichen Katalog dieser Köpfe veröffentlicht, der als Supplementheft zur Zeitschrift für Ethnologie erschien. Dieser Katalog enthält zugleich eine ausführliche Darlegung der Beobachtungen, welche Hr. Dr. FINSEN über die Rassenverhältnisse der pacifischen Inseln gemacht hat, nebst Abbildungen der Haupttypen nach photographischen Aufnahmen, Umrisszeichnungen von Händen und Füßen, Maasstabellen u. s. w. Hr. Dr. FINSEN betrachtet als Hauptergebniss seiner Forschungen, dass kein durchgreifender Unterschied zwischen mikro- und polynesischen Stämmen besteht, dass vielmehr von den Carolinen bis nach Neu-Seeland, von den Sandwich-Inseln bis zum malayischen Archipel eine zusammengehörige Reihe von Varietäten derselben Rasse angesiedelt ist.

Sodann hat die Stiftung einen Beitrag zu den Kosten einer Reise geliefert, welche Hr. Dr. PAUL GÜSSFELDT in die chilenischen Andes grossentheils mit eigenen Mitteln unternahm. Als Reisender überhaupt durch seine westafrikanische Expedition und durch viele Besteigungen ersten Ranges in den Schweizer Alpen gerade zu dieser Art geographischer Forschung in seltenem Maasse vorbereitet, beabsichtigte Dr. GÜSSFELDT für die mehr südliche Cordillera Ähnliches zu leisten,

wie Mr. WHYMPER, der Besieger des Chimborazo, für die äquatorialen Andes. Er begann mit mehreren kleineren Ausflügen, in welchen er sich einen brauchbaren Stab eingeborener Begleiter heranzog, da der Schweizer Bergführer, den er bis nach Valparaiso mitgenommen hatte, hier erkrankte und zurückgesendet werden musste. Auf einer dieser Reisen entdeckte er im Cajon de los Cipreses, einem Seitenthal des Cachapual, einen vier Stunden langen, geradlinig hingezogenen Gletscher erster Ordnung, den er trigonometrisch vermäss und photographirte, da man das Vorhandensein solcher Gletscher in der centralen Andeskette Chile's bisher bezweifelte.

Eine neue Expedition des Reisenden durchschnitt ein geographisch fast unbekanntes Gebiet. Sein Weg führte diesmal durch ein höheres Seitenthal des Cachapual, den Cajon de la Leña, und stieg von dort zum Kamm auf; die Passhöhe, welche er mit vier Leuten, zehn Pferden und sieben Mauthieren überschritt, liegt 4072^m hoch, und ist wahrscheinlich in Chile der höchste betretbare Pass. Zwei mächtige erloschene Vulcane, der Cerro Overo, 5000^m, und der Maipó, 5400^m hoch nach Dr. GÜSSFELDT's Bestimmungen, wurden genauer untersucht, letzterer am 19. Januar v. J. unter Beschwerden erstiegen, denen nur der Reisende selber widerstand, während die Huassos durch die Puña, die Anstrengung und den zum Sturm gesteigerten Wind bewältigt auf dem Wege liegen blieben.

Unmittelbar nach dieser Bergfahrt organisirte Dr. GÜSSFELDT eine neue Expedition zur Untersuchung des Aconcagua-Gebietes. Minder berühmt als der Chimborazo, ist für Chile der Aconcagua, was jener lange für Ecuador, der für unnahbar geltende König der Berge. Es gelang dem Reisenden, die Topographie dieser bisher fast unaufgeschlossenen Gegend aufzuklären und genaue Messungen anzustellen. Erreichte er auch den Gipfel des Aconcagua nicht, so kam er ihm doch bis auf einige hundert Meter nah und photographirte ihn in einer Entfernung von sechs Kilometern aus einer Höhe von 4840^m. Die Beschwerden, denen der Reisende sich aussetzte, erreichten hier den höchsten Grad; die ungeschützten Bivouac's (das höchste in 5300^m), Kälte, Schneestürme und Mangel an Futter für die Thiere rechtfertigten einigermassen die Entmuthigung der sonst sehr zuverlässigen eingeborenen Begleiter. Erst gegen Mitte März erreichte er wieder die von Menschen bewohnte Region.

Dr. GÜSSFELDT beschloss seine Andesforschungen, indem er sich von Valparaiso nach Arica zu Schiff, und von hier über den Tacora-Pass in das bolivianische Hochland begab. Von der Hauptstadt La Paz machte er eine Reise in das Gebiet des Ylimani, kehrte nach La Paz zurück, und erreichte über den Titicaca-See, Puno und Are-

quipa von Neuem die Küste des Stillen Meeres. Durch den chilenoperuvianischen Krieg in seinen Bewegungen behindert, traf er erst am 18. Juli wieder in Hamburg ein, mit einer Fülle von Beobachtungen und Messungen aller Art, und von Photographien von Gebirgsansichten, welche bis dahin kaum ein menschliches Auge, geschweige das eines Naturforschers erblickt hatte. Das Quecksilber-Barometer, welches neben einem BAUDIN'schen Kochthermometer die Grundlagen seiner Höhenbestimmungen abgab, wurde auf der Kaiserlichen Seewarte in Hamburg völlig unverändert gefunden.

Das dritte Unternehmen der HUMBOLDT-Stiftung führte abermals einen ihrer Reisenden in die pacifische Inselwelt, aber zu ganz besonderem Zweck. Es handelt sich um die weitere Ergründung einer der ältesten und gefürchtetsten Krankheitsformen, des biblischen und mittelalterlichen Aussatzes, der, in der Neuzeit aus dem Europäischen Culturbereich fast verschwunden, in anderen Welttheilen noch immer verheerend auftritt. Neuerlich ist die Lepra auf den Sandwich-Inseln mit grosser Heftigkeit ausgebrochen, und es schien, als ob dort die seit lange schwebende Frage nach der Ansteckungsfähigkeit des Aussatzes gelöst werden könnte. Denn es war glaubhaft berichtet, dass der Aussatz erst vor Kurzem dort eingeschleppt sei, und dass er sich im Laufe weniger Jahre zu einer erschreckenden Höhe entwickelt habe. Da es unlängst gelungen war, einen bestimmten Pilz in den vom Aussatz heimgesuchten Theilen des Körpers zu finden, lag die Vermuthung nah, dass dieser Pilz und damit die Krankheit übertragen werden könne, während sonst die Beobachter in Europa sich fast einstimmig gegen die Contagiosität, dagegen für die Erbllichkeit des Leidens erklärt hatten. In Norwegen, wo Lepra noch immer ziemlich häufig vorkommt, forderte die Regierung deshalb schon vor zwei Jahrzehnden von dem Storthing ein Gesetz zur Ausschlliessung der Aussätzigen von der Ehe.

Unter diesen Umständen konnte es nur sehr willkommen erscheinen, dass Hr. Dr. EDUARD ARNING, Assistent an der dermatologischen Klinik in Breslau, sich entschloss, zur Untersuchung des Aussatzes nach dem Herde der Krankheit im Stillen Meere, nach Honolulu, sich zu begeben, woselbst er, ausgerüstet mit den Mitteln unserer Stiftung, am 7. November v. J. eingetroffen ist. Die Hawayische Regierung, für welche die Lepra nachgerade eine Lebensfrage ward, hatte auf Anfragen des Hrn. Dr. ARNING sehr zuvorkommend geantwortet und ihm jede Unterstützung zugesagt. Gleich am Morgen nach seiner Ankunft sah er gegen zweihundert Leprafälle. Dr. ARNING hat zunächst festgestellt, dass die Berichte über die Einschleppung des Aussatzes auf den Sandwich-Inseln ungenau waren. Offenbar ist

die Krankheit dort schon viel länger zu Hause, als angegeben worden war. Dagegen steht fest, dass sie sich binnen wenigen Jahren zu seuchenhafter Ausbreitung entwickelt hat, so dass ein Theil der Insel ganz zu einer Aussatzstation eingerichtet und abgesperrt ist. Dr. ARNIX hatte, als die letzten Nachrichten von ihm anlangten, seine Anstalten getroffen, seine Arbeiten begonnen, und es steht zu hoffen, dass es ihm gelingen werde, die ihm gestellte Aufgabe zu erledigen.

Auf der Durchreise durch San Francisco war er so glücklich, durch die Liebenswürdigkeit des Conservators des dortigen Museums, Hrn. Dr. HARFORD, einen in der Bai von San Diego an der Californischen Küste gefangenen Zitterrochen zu erhalten, der durch gefällige Vermittelung des Kaiserlich Deutschen Consulats in San Francisco und weiterhin des Auswärtigen Amtes an das hiesige physiologische Institut gelangt ist. Es ist das zweite Exemplar der *T. californica*, welches nach Europa kommt, einer Species, die das Interesse bietet, in der Säulenzahl des elektrischen Organes mit der riesigen *T. occidentalis* STORER von der atlantischen Küste Nordamerica's zu stimmen, von welcher, durch Hrn. ALEXANDER AGASSIZ's Güte, das physiologische Institut gleichfalls ein Exemplar (das dritte in Europa) besitzt.¹

Das Capital der Stiftung hat im Jahre 1883 keinen Zuwachs erhalten. Die für das laufende Jahr zu Stiftungszwecken verwendbare Summe beläuft sich ordnungsmässig abgerundet auf 9300 Mark.

10. Hr. WAITZ verlas folgenden Jahresbericht der Central-Direction der Monumenta Germaniae historica:

Die Arbeiten für die Monumenta Germaniae historica sind auch in diesem Jahr in allen fünf Abtheilungen in gutem Fortgang gewesen. Es liegt aber in der Natur derselben, dass in dem einen Jahr mehr die eine, in einem folgenden eine andere Abtheilung fertige Werke, auf die sich dieser Bericht beschränkt, vorlegen kann.

Stand im vorigen Jahr die der Auctores antiquissimi unter Leitung des Prof. MOMMSEN zurück, so überragt sie diesmal fast alle übrigen. Drei wichtige Publicationen sind zum Abschluss gekommen, die Werke des Ausonius, bearbeitet von Prof. SCHENKL in Wien, die Briefe und Reden des Symmachus, herausgegeben und mit einer ausführlichen, namentlich die nähere Zeitbestimmung behandelnden Einleitung begleitet von Prof. SEECK in Greifswald, die Briefe, Gedichte und andere Schriften des Bischofs Avitus von Vienne, bearbeitet von Dr. PEIPER in Breslau. Es ist die Zeit des Übergangs aus der Römischen in die Germanische Welt, der diese Autoren angehören, und

¹ S. diese Berichte, 1882. Bd. I. S. 489.

wenn es sich auch vornehmlich noch um Römische und ältere christliche Verhältnisse handelt, so werden doch auch die Bearbeiter Deutscher Geschichte sich dieser kritischen und bequemen Ausgaben freuen.

Der Zeit nach schliesst sich in der Abtheilung *Scriptores* unter meiner persönlichen Leitung die Ausgabe der *Historia Francorum* des Gregor von Tours von Prof. ARNDT in Leipzig an. Seit lange mit einer gewissen Ungeduld erwartet, befriedigt sie ein wirkliches Bedürfnis, da bisher noch nie versucht, oder ich sage lieber gewagt war, den Autor in der Gestalt vorzuführen, wie ihn die älteren Handschriften zeigen. Allerdings kann es einem gewissen Zweifel unterliegen und wird Gegenstand weiterer Untersuchungen und Erwägungen sein müssen, ob jene Codices des siebenten und achten Jahrhunderts nicht vielfach die grössere Barbarei ihrer Zeit in Grammatik und Orthographie in das Werk des sechsten Jahrhunderts hineingetragen haben; die Bearbeitung ward auch dadurch erschwert, dass grosse Theile der *Historia Francorum* und ebenso die anderen Werke Gregors, mit deren Ausgabe Dr. KRÜSCH beschäftigt ist, nur in jüngeren Handschriften erhalten sind. Jedenfalls liegt aber in dem hier gegebenen Text und den sehr vollständig mitgetheilten Varianten auch ein wichtiges Material zur Geschichte der Lateinischen Sprache in Gallien vor.

Einer anderen Zeit gehört der 14. Band in der Folio-Ausgabe der *Scriptores* an, der im Lauf des Jahres zur Ausgabe kam. Er füllt des Weiteren die Lücke aus, welche zwischen Band 12 und 16 gelassen war und welche jetzt benutzt wird, um Nachträge zu den 12 ersten Bänden zu liefern, für welche mannigfacher Anlass gegeben ist durch neue Entdeckungen, durch Berücksichtigung früher übergangener Werke und durch Einreihung solcher, die erst durch genauere kritische Untersuchungen wenigstens in ihren Anfängen für diese Zeit in Anspruch genommen sind. Der letzteren Art sind die *Gesta archiepiscoporum Magdeburgensium*, deren Fortsetzungen bis ins 16te Jahrhundert hinabreichen, während der Anfang dem 12ten angehört und hier auch noch ältere Aufzeichnungen benutzt sind. Die Bearbeitung ist von Prof. SCHUM in Halle besorgt. Unter den erst neuerdings wieder aufgefundenen Werken nimmt die Fortsetzung der *Gesta episcoporum Cameracensium* den ersten Platz ein, die aus gleichzeitigen, meist in Versen geschriebenen, aber doch streng historisch gehaltenen Lebensbeschreibungen der Bischöfe aus dem Ende des 11ten und Anfang des 12ten Jahrhunderts bestehen. Von besonderer Wichtigkeit sind ausserdem die auf die Geschichte Venedigs bezüglichen Stücke, das sogenannte *Chronicon Altinate* und mehrere zum Theil in den Handschriften damit verbundene Aufzeichnungen, bearbeitet von Dr. SIMONFELD in

München, der sich seit mehreren Jahren eingehend mit den Quellen der Venetianischen Geschichte beschäftigt. Ausserdem haben Trier, Lüttich, Tournai, eine Reihe Lothringischer Klöster, auch Brauweiler, Deutz, Hirschau hier Berücksichtigung gefunden: alles aus Handschriften wesentlich bereichert und verbessert, die ich zum Theil in Französischen und Belgischen Bibliotheken benutzen konnte, während andere in gewohnter liberaler Weise hierher gesandt worden sind. An der Bearbeitung hat wesentlichen Antheil der mehrjährige Mitarbeiter der Abtheilung Dr. HOLDER-EGGER gehabt, der auch selbst noch für andere Zwecke Nordfrankreich und Belgien bereiste.

Zu erwähnen ist in dieser Abtheilung noch eine Octavausgabe der für die ältere Sächsische und Skandinavische Geschichte wichtigen *Vitae Anskarii et Rimberti*, die schon vor Jahren geplant, dann aber liegen gelassen war, zu der jetzt mehrfach geäußerte Wünsche den Anlass gaben. Hat sich auch im ganzen der seiner Zeit von DAHLMANN bearbeitete Text der *Vita Anskarii* als zuverlässig erwiesen, so war es doch nicht ohne Wichtigkeit, dass jetzt zum ersten Mal Handschriften in Paris und Amiens benutzt werden konnten, eine Copenhagener sich genauer bestimmen liess.

In der Abtheilung der *Leges* erschien als zweites Heft des fünften Bandes der Folio-Ausgabe die *Lex Ribuaria*, bearbeitet und mit ausführlichem Commentar begleitet von Prof. SOHM in Strassburg. Es bedarf nicht weiterer Worte, um die Wichtigkeit dieser ersten kritischen, auf Grund eines reichen handschriftlichen Materials veranstalteten Ausgabe des Rechtsbuchs der Ripuarischen Franken hervorzuheben. Beigefügt ist die kurze *Lex Chamavorum*, eine Aufzeichnung der im Hamaland geltenden abweichenden Rechtssätze. Von dem Text beider ward auch eine Octavausgabe veranstaltet.

Die Abtheilungen der *Diplomata* und *Epistolae* sind in diesem Jahr nicht durch neue Publicationen vertreten; doch wird die erste sehr bald den Schluss der Urkunden Kaiser Otto I. von Hofrath Prof. SICKEL in Wien vorlegen können.

In dem weiten Bereich der *Antiquitates* waren verschiedene Arbeiten in Angriff genommen: vollendet ward der zweite Band der *Poetae Latini aevi Carolini*, bearbeitet von dem Leiter Prof. DÜMLER in Halle, der diese reiche Sammlung bis gegen die Mitte des 9ten Jahrhunderts hinabführt und eine Anzahl der namhaftesten und fruchtbarsten Autoren, Ermoldus Nigellus, Hrabanus Maurus, Walahfrid Strabo u. a. umfasst.

Von dem Neuen Archiv, dessen Redaction Prof. WATTENBACH besorgt, ist der neunte Band vollendet, der über vorbereitende Arbeiten Nachricht giebt und damit die Mittheilung verwandter Untersuchungen

verbindet. Diese Zeitschrift giebt fortwährend Zeugnis von der regen Thätigkeit, die auf dem Gebiet der Quellenforschung, der Paläographie, Diplomatik, Chronologie und verwandter Wissenschaften herrscht und für welche die Centraldirection der Monumenta Germaniae, auch über den Bereich des eigentlichen Deutschlands hinaus, einen Mittelpunkt bildet, an den sich die Arbeiten anderer Vereinigungen, der historischen Commission in München, die in diesem Jahr ihr 25jähriges Bestehen feierte, der entsprechenden Commissionen für die Provinz Sachsen, die Rheinlande, Baden, die Publicationen der Preussischen Staatsarchive, des Hansevereins und andere ergänzend anschliessen.

11. Hr. CONZE berichtete über die Thätigkeit des Kaiserlich deutschen Archaeologischen Instituts im ablaufenden Rechnungsjahre. Die Mittheilung wird demnächst in den Sitzungsberichten gedruckt werden.

Ausgegeben am 27. März.



1884.

XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

27. März. Gesamtsitzung.

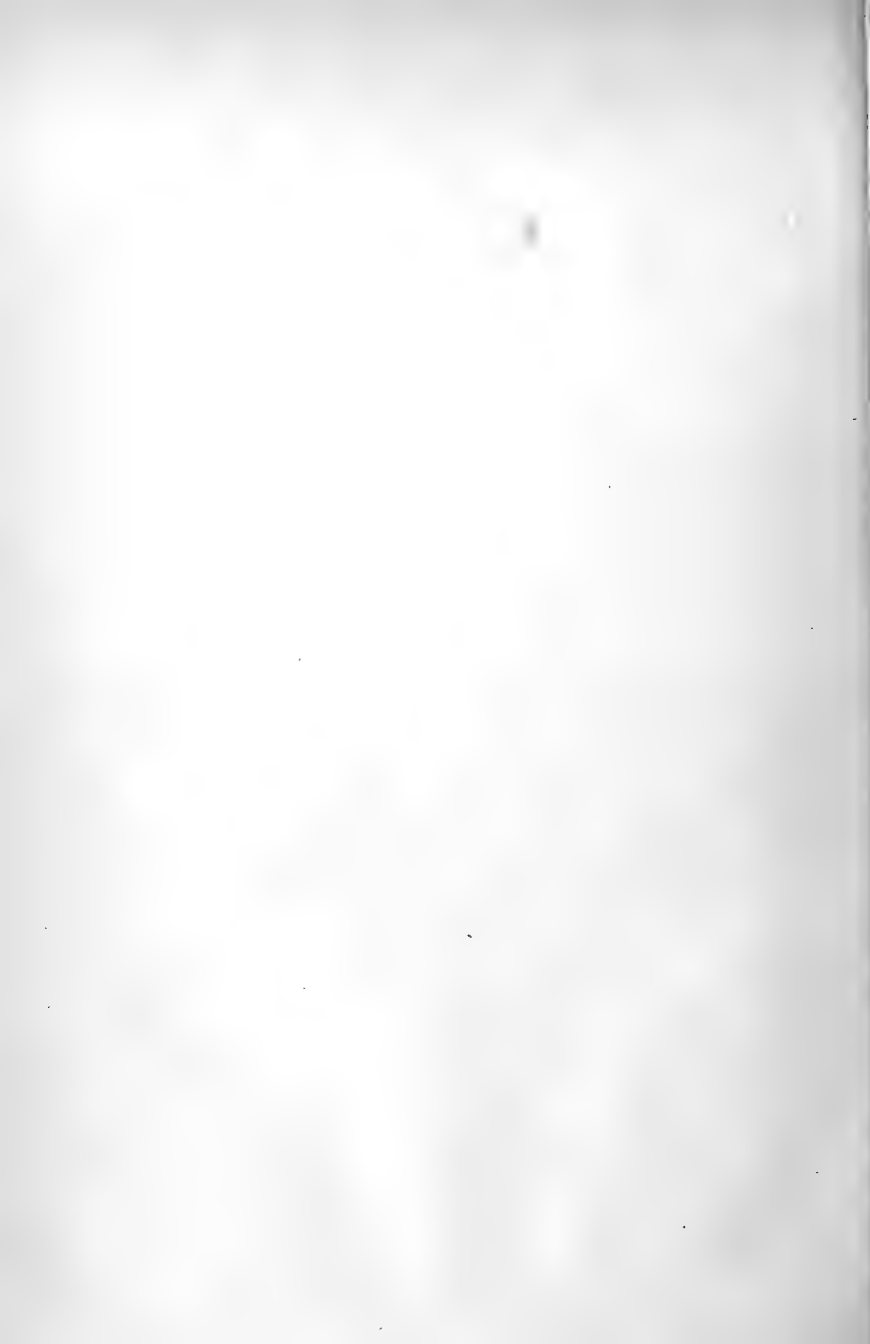
Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

1. Hr. WEBER las über die Geschichte vom Prinzen Uttamacaritra.

2. Hr. VON HELMHOLTZ übergab Studien zur Statik monocyclischer Systeme. Fortsetzung der Mittheilung vom 6. März d. J.

3. Hr. HOFMANN las Untersuchungen über das Coniin.

Alle drei Mittheilungen folgen umstehend.



Über das Uttamacaritrakathânakam, die Geschichte vom Prinzen Trefflichst.

VON ALBR. WEBER.

Die nachstehende Erzählung reiht sich der im vorigen Jahre hier mitgetheilten dergl. vom Kaufmann Campaka, sowie dem im Jahre 1877 von mir publicirten Pañcadandachattraprabandha in Inhalt, Form und Sprache genau an. Der gleiche Gedanken- und Vorstellungskreis, die gleiche Unbehüllichkeit, aber auch die gleiche Frische und Unmittelbarkeit des Ausdrucks, neben welcher sich indessen hier und da auch gewisse stehende Formeln und Wendungen finden, deren sich diese Erzählungen in nahezu solenner Weise zu bedienen scheinen (s. Z. 34. 181. 229 fg. 282. 332. 475 fg. und die Schluss-Zeilen). Von den grammatischen Fehlern und Absonderlichkeiten, welche den beiden anderen Geschichten eigenthümlich sind, hält sich der vorliegende Text ziemlich frei, obschon es ganz auch bei ihm nicht daran fehlt. Ich halte im Übrigen in Bezug hierauf daran fest, dass es unthunlich ist, solchen Texten ein correctes Sanskrit abzuverlangen, resp. aufzunöthigen, wo sie es nicht darbieten, und verweise hierfür theils auf meine Einleitung zum Pañcad., theils auf BÜHLER's daselbst am Schlusse (S. 102) mitgetheilte Ausführungen. BÖHTLINGK's gegentheilige Ansicht, s. Bulletin der Petersb. Akad. 27, 151—64 (1883), scheint mir den besonderen Verhältnissen, unter denen diese Literaturgruppe steht, nicht genügend Rechnung zu tragen. Wenn sogar in den heiligen Texten der Jaina, wo sie auf grammatische Dinge zu reden kommen, »Donatschnitzer« und mangelhafte Kenntniss zu Tage treten, s. Ind. Studien 17, 30. 33, so kann man von den modernen Jaina, wo sie in Sanskrit schreiben, erst recht keine völlig correcte Kenntniss, resp. Anwendung, desselben verlangen. Ist es ja doch auch bei den modernen brahmanischen Autoren damit häufig mangelhaft genug bestellt¹. Bei den Jaina aber tritt hierbei noch, und zwar ganz unbewusst und natürlich vermittelt,

¹ über Fehler der Art s. z. B. die im Anhang zu vol. I der »Verhandlungen des fünften internationalen Orientalisten-Congresses« (S. 140 fg. 1881) abgedruckten »indischen Festgrüsse«.

der Einfluss des Prakṛit hinzu, in welchem ihre heiligen Texte abgefasst sind.

Ein Autor der Erzählung ist nicht genannt. Dieselbe liegt mir zwar auch wieder nur in einer Abschrift¹ vor; neben dieser aber (= A) war mir diesmal ein sehr wesentliches Hülfsmittel zum Verständniss wie zur Correctur des Textes zur Hand, eine metrische, ebenfalls anonyme, Behandlung² nämlich desselben Gegenstandes (= B), welche sich im Grossen und Ganzen so eng an den Wortlaut von A anschliesst, dass man sie wohl direct für eine Versification des A-Textes zu halten hat. In einigen Fällen freilich weicht sie davon nicht unerheblich ab, so dass immerhin auch die Frage berechtigt ist, ob nicht etwa doch beiderseits blos eine gemeinschaftliche Quelle zu Grunde liegt. Ich möchte jedoch meinen, dass es gerathener ist, diese Differenzen theils auf Bewahrung der ursprünglichen Lesarten, auch des A-Textes, die in A nur corruptirt vorliegen³, theils etwa auf absichtliche Abweichungen des Verfassers von B zurückzuführen, sei es dass dieselben wirkliche Verbesserungen enthalten⁴, sei es dass sie sich als beliebige, zum Theil etwa auf unrichtigem Verständniss von A beruhende, Veränderungen⁵ ergeben, wie denn auch z. B. die in A vorkommenden neuen, resp. seltenen Wörter in B mehrfach durch allgemein übliche Ausdrücke ersetzt sind⁶. — Der erheblich grössere Umfang von B basirt darauf, dass es einen wesentlich didaktischen, während A einen wesentlich erzählenden⁷ Charakter trägt, und daher eine grosse Zahl von erklärenden, den Gegenstand weiter ausführenden Versen, zum Theil auch in Prakṛit, resp. als Citate aus der heiligen Literatur (eingeführt durch: yataḥ, tathā, tathā ca, ataḥ, oder wenn in Prakṛit durch: ata ārshaṃ), der Erzählung eingereiht hat, dieselbe resp. dadurch unterbricht. In A finden sich überhaupt nur zwei Verse, der eine gleich zu Anfang (in B als v. 12), der zweite bald danach (fehlt in B, was immerhin auffällig ist). Der Verszählung der Handschrift zufolge hat B 686 vv., und zwar meist in śloka, daneben jedoch auch in āryā, trishṭubh etc.; doch ist die Zählung nicht genau, überspringt hier und da einige Verse, so dass es re vera wohl etwa 700 Verse sein werden.

Der Textzustand ist in A im Ganzen recht gut. Es fehlt ja nicht an orthographischen Mängeln (Verwechselung von e und anusvāra,

¹ Kön. Bibl. ms. or fol. 992, sechs foll., die Seite zu 15 Zeilen, à 58 akshara.

² ibid. ms. or fol. 993, vierzehn foll., die Seite zu 17 Zeilen à 60 akshara.

³ s. bei Z. 28. 52. 106. 151. 90. 275. 287—8.

⁴ s. bei Z. 47 (ko 'pi). 104. 144. 67. 69. 176. 190. 7. 285.

⁵ s. bei Z. 28. 32. 100. 113. 135. 213. 221. 299. 309—10. 82. 390. 406.

⁶ s. bei Z. 59. 61. 66. 69. 171. 197. 258. 300. 316. 393.

⁷ eine rein didaktische Zuthat findet sich jedoch auch in A, nämlich die Angaben in Z. 179 fg. über die Pflichten einer sati, während der Gatte fern ist.

Mangel des *saṃdhi*), Auslassungen u. dergl., doch lassen sich die meisten Schäden leicht beseitigen, s. z. B. 36. 99. 125. 33. 36. 51. 61. 65—8. 74. 81—3. 85. 6. 94. 5. 227. 40. 55. 6. 66. 394; in anderen Fällen hilft, s. oben, B zur Correctur. Mangelhaft, oder doch zweifelhaft, bleiben 36. 42. 47. 49. 169. 76. 86. 97. 231. 34. 85. 313. 93. 4. — Der Textzustand in B ist bei weitem incorrecter, und speciell in den mitgetheilten *Prākṛit*-Versen zum Theil sehr übel. Auch fehlt es darin nicht an Lücken, s. z. B. bei v. 222. In der Diction von B ist die vielfache Verwendung der Wortform *kumāra*, s. *HEMAC.* I, 67 ed. *PISCHEL*, bemerkenswerth. Desgleichen der Umstand, dass B fast stets *Vārāṇasī* liest, während A *Bāṇārasī* hat.

Was die Frage nach der Abfassungszeit der Erzählung anbelangt, so werden wir zum Wenigsten über das Abschrift-Datum von B, *saṃvat* 1652 (AD. 1596), noch um mehr als ein Jahrhundert durch zwei Handschriften derselben, und zwar den Angaben über den Umfang zufolge, wohl ihres A-Textes, zurückgeführt, welche sich in *PETERSON'S Detailed Report of operations in the search of Sanskrit Mss.* (Bombay 1883) p. 123 erwähnt finden, und von denen die eine, zu 330 *śloka* gerechnet, aus dem Jahre 1533 (AD. 1477), die andere zu 275 *śloka* gerechnet, aus 1556 (AD. 1500) stammt. Wie weit zurück wir nun darüber noch hinaus zu gehen haben werden, non liquet. Aus dem Innern lassen sich, so weit ich sehe, keine dafür beweiskräftigen Daten entnehmen, ausser etwa dem Umstande, dass persisch-arabisch-türkische Wörter darin fehlen. Es ist dies jedoch hier vielleicht weniger als ein chronologisches denn vielmehr als ein geographisches Moment zu verwerthen, tritt nämlich zunächst nur dafür ein, dass die Abfassung in einer Gegend Indiens stattfand, in welcher der moslemische Einfluss mit seinem derartigen Wortschatze keine bedeutende Stellung einnahm. Und in dieser Richtung, resp. für die Örtlichkeit der Abfassung ist denn hier noch zu bemerken, dass, während die Erzählung vom *Campaka* dem (nordwestlichen) Binnenlande (cf. die *Kameele*) anzugehören scheint, die vorliegende Erzählung dagegen wohl der Seeküste zuzuweisen ist, und zwar der südwestlichen Küste, da darin theils wiederholentlich auf *Lāṅkā*, Ceylon, hingewiesen wird, theils auch die übrigen geographischen Angaben, die am Anfang wie am Schluss, in zum Theil ganz absonderlicher Weise vorliegen¹, nach dieser Richtung, jedenfalls nicht nach Osten, hinweisen. Der Ausgangspunkt der Erzählung ist ja allerdings *Benares*.

Der Glaube der *Jaina*, mit seiner eigenthümlichen Terminologie, bildet auch hier den unmittelbaren Hintergrund. Und ferner ist auch

¹ in B sind dieselben am Schlusse erweitert.

hier wieder der Kaufmannsstand, unter dessen Mitgliedern die Jaina so viele Anhänger zählen, vom Verfasser ganz besonders als Hörer-, resp. Leserkreis ins Auge gefasst. Es weht resp. hier zugleich auch ein frischer, kräftiger Zug, wie er eben dem Seefahrer und dem Seeleben eigen ist, und es finden sich denn auch allerhand speciell auf diesen bezügliche Ausdrücke vor.

Der Inhalt der ziemlich breit ausgeführten Erzählung ist reich an Abenteuern aller Art, die aber gut geordnet und dargestellt¹ sind, so dass Alles zusammenstimmt und das Ganze einen einheitlichen Eindruck macht. Humoristische Beigaben fehlen². Ausser der nur ganz obenhin benutzten Geschichte vom: Jonas im Fisch sind noch: das nur zur Zeit der Ebbe sichtbare Felsenriff, — der Brunnen darauf mit der Thür, welche zu einem unterirdischen Schlosse führt, — die darin verwahrte Jungfrau, — die fünf Kleinodien, denen jedes einem der fünf Elemente entspricht, und dem Besitzer die Herrschaft darüber sichert, — der in ein Thier (Vogel) verzauberte Prinz, der als verheissenen Lohn für einen Dienst ein Mädchen beansprucht, — sowie endlich auch das Anschlagen eines Schall-Instrumentes (Trommel), um dadurch Audienz beim König zu erhalten, zu den Märchenstoffen gehörig, die auch der Occident kennt, und für deren weite Verbreitung, eventual. indische Heimath, hier somit ein neues bisher unbekanntes Zeugniss gewonnen wird.

Zur Sprache des Textes bemerke ich Folgendes.

Unbeholfene und ungefüge Constructionen, nach Art des bequemen Tones mündlicher Erzählung, Unklarheiten des Ausdrucks, Wiederholungen u. dergl.; liegen vor bei 34 fg. 68 fg. 81 fg. 124 fg. 156. 265. 283 fg. 371. 373. 407.

Die nach BÜHLER³ den modernen Dialekten entlehnte Composition der Eigennamen, als pūrvapada, mit den zugehörigen Beiwörtern findet sich hier bei rākṣlāsa 86. 264. 331 (rākṣhaseçvara), rājan 162. 89. 262. 358. 60. 61, nṛīpa 345. 62. 67. — Zur affixartigen Anfügung von pārcva s. rākṣhasapārcvāt 40, kūpapārcve 65, und vergl. mama pārcvāt »durch mich« 323; — zu avadhi »bis zu« s. dvipāvadhi 96, milanāvadhi 179; — zu upari »nach . . hin« s. divopari 26, tadupari 216 (in der Bedeutung: »über . .« tadupari 76, jalopari 104, pātropari 274); — zu madhye »in« s. kūpa° 99.

¹ bis auf einige Unebenheiten und Unzulänglichkeiten bei der Darstellung des ersten Sich-Wiederfindens des getrennten Liebespaares (Z. 219. 226), sowie insbesondere in der Erzählung des Papageien (Z. 284. 293).

² der Gebrauch des Sprüchsworts in Z. 306 enthält nur einen leisen Anklang dieser Art.

³ Sitzungsber. vom 19. Juli 1883, S. 886.

102. 263, jala^o 103, nagara^o 252, pura^o 247. 376, pushpa^o 272. 322 (310), pota^o 29, samudra^o 49. 263, so wie kûpamadhyam 75. 117. Neben pañcaçatâçvâh 234 steht eine ganze Reihe ähnlicher Bildungen, für die es indessen einfacher scheint, bei pañcaçata^o den Ausfall des anusvâra vor dem consonantischen Anlaut des betreffenden Gegenstandswortes anzunehmen; pañcaçatasahasrâh subhatâh 236 bildet eine Art Überleitung zu der direct masculinen Verwendung von sahasra in catvâraḥ sahasrâ bhûpânâm 382; — statt putryâḥ patiçuddhiḥ 275 erwartet man putryâḥ patyuh çu^o, cf. Trilocanâyâ bhartuh çuddhiḥ 253.

Zur Verwendung des Genetivs statt des Dativs, wie sie, ursprünglich wohl auf Grund prâkritischen Einflusses, im Sanskrît ja überhaupt vielfach vorliegt, liegen hier für die Verba des Sagens (s. 215) und des Gebens (s. 144. 207. 96) mehrere Beispiele vor; — s. noch: kumârasya tasyâ 'gre kiṃ jâtaṃ 278.

Die Partikeln anyadâ, itaç ca¹, param sind wie im Campakac. gebraucht; von Interesse ferner ist: mâsât pûrvam, vor einem Monat 104. 108.

Das Verbum finitum ist auch hier wieder reich vertreten. Die im gewöhnlichen Sanskrît so überwuchernde Passiv-Construction ist zwar auch vielfach gebraucht, steht aber doch nicht dominirend da. Und zwar erscheint das Praesens theils vielfach als Praesens historicum, s. 10—13. 62. 74. 158. 78. 236. 46. 58. 88. 9. (mit sma 301; Partic. Praes. 371), theils als Ausdruck des Wunsches etc. s. 54. 82. 83. 103. 54. 99. 208. 211. 39. 51. 90. 98. Das Particip Praes. dient resp. mit dem Hülfsverbum zur Bezeichnung der recht eigentlichen Gegenwart, s. yâṇ asmi 24, melayann asti 110, kurvâṇo 'sti 334. Die Frische und Lebendigkeit des Ausdrucks erhält hierdurch ein besonderes Colorit. — Das periphrastische Futur liegt vor in jetâ 108, bhavishyati wird resp. vertreten durch bhâvi 95. 97. 105. 175. 241. 43. 44. Periphrastische Perfectbildungen von Causativen s. in 35. 41. 77. 92. 94. 248. 348. 368. Ferner notire ich noch die hübschen Formen: dâsyate (Passiv) 279, pâyyate 18, kârayitum prârebhe 190, avanamayya 78, avagaṇayya 148, palâyya 37, smâram 311, udghâṭam 313 (hier vielleicht çṭitam zu lesen?), und dedipyamâna 135. — Bemerkenswerth immerhin ist das Âtmanepadam bei: kurve 298, kurute 301, kurvâṇaḥ 43. 272. 334. 51. 71, cakre 79. 155, grahishye 23, bruvâṇaḥ 65, datte 178. 297, sowie die Construction bei: vadhya âdishṭaḥ 325, kurvâṇaḥ çrutâḥ 352 (cf. jâtaḥ çrûyate 210, jâtaṃ sambhavyate 204), âgatâyo 'palakshitâya 362.

¹ daneben: itaç ca für asmâc ca 297. 401, wie: atra (bhava) für asmin 303. 304. 402, tatra für tasmin 228.

In lexikalischer Beziehung notire ich zunächst beim Verbum den häufigen Gebrauch des Wortes: dadhyau, s. 39. 82. 111. 97. 238. 89. 95. 301. 35; jagau findet sich zweimal 107. 285. Weiter vermerke ich: *√*ās sich befinden 332, *udghāṭay* 273. 313, *unmudray* 348, *√*kshubh verlocken 45, *√*khyā mit ā 19. 20, *gaveshay* suchen 10, *guptikṛita* 337, *gopita* 213, *√*cal fortgehen 6. 38, *√*cyu 408 (vom Himmel), *√*cluṭ 316, *jāta* »ward, geworden« 108. 49. 210. 16. 23. 28. 99. 354. 91. 96. 98. 404. 6, *nashṭa* entkommen 33, verschwunden 227, *√*pad mit *prati* annehmen *putritve* 176, *ājñām* 345, *pratipannaputri* 242, *pratipannabhagini* 222 (°tvā), *bhālāpayitvā* 355, *bhṛita* gefüllt 80, *√*mil 110. 55. 260. 318. 31, *√*muc deponiren 100, *mudrita* 273. 309, *lagno bhāvi* 175, *√*lā 117. 307, *√*likh Caus. 206, *√*val zurückkehren 24, zurücktreten 51. 59, *vāhay* reiten 12, *svāyattikṛitya* 364. (Aus B notire ich noch: *prakshapyate* v. 128.)

Was sodann die Nomina betrifft, so enthält der Text eine ganze Zahl neuer Wörter, die zum Theil auch durch die Volksdialekte direct beglaubigt werden. So ausser den Ortsnamen: *Mugdhadvipa* 26. 167 (?), *Moṭapalli* 161 etc., *Sapādalakṣha* 8. 364, noch: *kacolaka* Schale 125, *kambā* Masche 78, *gūḍhodaka* Tonne 71, *choṭana* Schneiden 300, *jalakānta* Krystall 52. 263. 336, *jalāmatra* Schöpfeimer 69. 77. 140, *tāmbūlikasarpa* 273, *davara* Faden 300, *davaraka* 316, *deva-dūshya* Götterkleid 136, *nāndibhājana* Brunnengefäss 80, *netramukhi* (?) 169, *brūḍadvak(t)rā* Schöpfgefäss 66, *bhadraketutā* (?) Freundlichkeit 393, *ratnakambala* kostbares wollenes Tuch 136. 397, *vakshaskārikā* Schatzkammer 171. 232, *vālyāli* (aṣva°) 11, *ṇrikari* Sängerin (?) 234.

In dem nachstehenden Wortverzeichniss habe ich alle die Wörter, die mir sonst noch von Interesse erscheinen, zusammengestellt:

ānhri 299. 316, *akshauhiṇi* 367, *agratas* 24. 291, *agre* 81. 278, *anarghadaṇḍa* 310, *anumodanā* 395. 405, *abhiñnāna* 106, *amatra* 69. 77, *açrotavyam* 168, *ājñā* 345. 62, *ādeça* 167, *ārāmiki* 320. 5, *āsthā* 252, *indhana* 142. 267, *udghāṭana* 309, *edhānsi* 131, *elā* 181, *kaṭaka* 127, *kaṇṭha* Nähe 68, *kara* Steuer 384, *karaka* 126, *karaṇḍaka* 116. 20, *kardana* Knirschen 61, *kalatratā* 167, *kalama* 126, *kalāntara* Zins 229, *kārā* 172. 323, *kiyatkālam* eine ganze Weile 277. 389 (s. 400), *kiçoraka* 12. 17, *kūpastambha* 139, *keyūra* 127, *kevala* (!)-dhara 386, *kevalin* 385. 89, *kauṭambika* 386, *khadgākhaḍgi* 34, *gir* 361. 69, *grīdhra* 306, *grihasāra* 239. 49, *Gopālagiri* (Gwalior) 365, *ghaṭa* 66, *ghaṭi* 67. 126; *caluka* 70, *cināṇḍuka* 397, *jalasaṃgraha* 30. 61 (°haṇa), *javanikā* 258, *jātiphala* 181, *jāmātar* 249. 88. 95. 343, *jālikā* 76. 103, *Jinapūjā* 226. 72. 308, *Jinaprāsāda* 205. 383, *Jināgama* 151. 206 (plur.), *Jinālaya* 272, *jiva* 395, *jugupsā* 399, *jaini dikshā* 22. 207. 39, *jaini pravrajyā* 154, *tapasyā* 328, *timi* 157.

268. 69. 309, tirthayātrā 384, trikālajnānin 259, daṣajanapāda 366, dāli 131, dikshā s. jaini, dukūla (?) 136, dūshya 136, dvār 265, dvāra Loch 78, dhārmika 161, dhiro bhava halte aus 285, dhuraṃdhara 358, dhaureya 161. 355. 59, dhvajacilna 48 (43), narayāna 234, nālikā Stengel 273. 310. 22, nidhi 229, niyama 179. 81, niyogin 365, niryāmaka Steuermann 51. 53. 59, nūpura 127, naimittika 98. 240. 52. 330, pañjara 300. 13. 401, paṭaha 252. 314. 15, patti 382, paramārḥata 9. 161, pāṭaka Dorf 270, pātālabhuvana 264. 337 (bhavana), pāpiya (?) 168, putritva 176, prithvi 141, pota 29. 33. 36 (?) 42 (?) 49. 62. 65. 80. 120. 64. 263. 66. potaloka 35. 8. 9. 107. 18. 267, poteṣa 74, pradhāna (Plur.) 355, prāṇcuka 393, prāṇapriya 203, prāṇānte 57, prāṇeṣa 221, prāya 195. 338, buddhi 216 (svabhartṛi), bhagna(pota) 42, bhavitavyatā 335, bhitti Wand 81, bhūcara 95. 336, bhūyasim bhūnim atikrāntaḥ 37, bhūmi Etage, Terrasse 84. 190, bhūmigocara 339, madana Wachs 273. 309, maha Fest 199. 318 (mahāmahotsava), mahāmānsācin 31, mahishidugdham 14. 17, mahabhya 228. 38, mānana (Bakshish) 73. 323, mudrā 172, mudrikāmaṇi 282, mushtāmushti 34, Medapāṭa (Mewār) 7. 363, mainika 269. 70. 382. 99. 400, mohana 100, (tan)mohārta 301, yānapātra 47. 50. 53. 230, rathayātrā 383, rasavati Küche 132, rāgakarāṇam Verlieben 218, rājyabhāra 10. 355. 59, rāsa 186, rohaṇa 197, lagnam 245, lavaṅga 181, lekha 348. 52. 54. 55, lekhaḥāraka 347. 50, vaṇikputra 232, vastrapātra 386. 405, vātakara 14. 18, vātsalya 205, vāditra 231, vārddhakya 353, vāstuvidyā 192, vijnāna Kunstgriff 77, videhamukti 408, viśāpahārin 282, virādhivira 34, velākūla 161. 334. 44. 52. 55, velājāla 59. 99, velāmbhas 51, vaideṣika 209. 22 (°ki), vairin 332, vyavasāya 229, cārācari 34, °ciromaṇi 91. 147, cuka 255 fg., cūddhadharma 206, cūddhi Nachricht 175. 203. 41. 53. 75. 350. 51, cūnyadvipa 29. 107. 9. 340, satijana 178, satyapratijna 275, sāmyātrika 27. 55. 144, sāttvikacakravartin 75, sāttvikaṣiromaṇi 91, sādharma 205, sāmagri 244, sugandhi Art Getraide 126, suvarṇa Goldstück 46. 49 (svarṇa), sūtradhāra 192, sūryapākarasavati 130, sopāna 81, saudha 173. 287, sthāla 125, svarūpa Geschichte 292, svarṇa 49. 78. 103, haṭṭa (neutr.) 231, hāra 127, hinapūnyacaturdaṣika 85, hevākin 146.

Zum Schlusse notire ich noch die mehrfachen Abstracta auf °tā und °tva, nämlich: kṛitajnātā 39, sevāhevākitā, asahanatā, °jighṛikshutā, akṛitajnaṣiromaṇitā 146—47, kalatrātā 167, bhadraketutā und udārātā 393, und: putritva 176, gopitākṛititva 213, bhaginitva 221 (bahuvr.), tiryaktva 302, cūkarūpatva 311, mainikatva 387, cūkatva 388. 402, gaṇikātva 389.

bhaktyā¹ vast rāṇicuddhāni dadāno dharmacārīpāṇ[jano 'dbhutaeriyāṇ
pātraṃ syād Uttamacaritravat || Vāṇārasyāṃ² Makaradhvajo
rājā Lakshmivati rājñi, putras taylor Uttamacaritraḥ, çaiçave 'pi
dayāluḥ satyavādi nyāyavān dattatyāgi paranārisahodarah saṃtoshi
5 devagurubhaktah paropakāri dāni sarvakalākucalo³ 'tyamtarūpasaubhā-
gyah. so 'nyadā svabhāgyaparikshāyai deçāntaram prati cacāla. rātrau
krameṇa Citrakūṭaṃ prāptaḥ; tatra ca Medapāṭa-Mālava-Sapā-
dalaksha-Marumaṇḍala-Mahārāṣṭra-Karṇāṭaprabhṛitījanapada-
svāmī rājā Mahāsenah paramārhatō, grīhāvāsavirakto⁴ 'pi nishpu-
10 tratvād rājyabhāradharaṃ kam api purushottamaṃ gaveshayan rājyaṃ
pālayati. sa cā 'nyadā 'çvavāhyālyāṃ parijanānuvṛittyā prāptaḥ sarva-
lakṣhapalakṣitaṃ kṛishṇam ekaṃ kīorakaṃ vāhayati. paraṃ gatau sa
na prasarati, rājñā priṣṭhāḥ ke 'pi kāraṇaṃ na vidanti; tāvatā tatrā
'yāta Uttamacaritraḥ prāha: »rājan! mahishidugdhaṃ vātakaraṃ
15 pibaty ayaṃ, tenā 'sya na vegah«; taṭ çrutvā rājñā proktaṃ: »vatsa!
kathaṃ vetsy?« sa cā 'ha: »açvaparikshānipuṇā⁵tvāt«. rājā provāca:
»satyam idaṃ, kīorakasyā 'sya mātā vaḍavā vipannā, tasya mahishi-
dugdhaṃ vātakaraṃ pāyyate:

ācārah⁶ kulam ā(khyā)ti deçam ākhyāti bhāshitaṃ |
20 saṃbhramaḥ sneham ā(khyā)ti vapur ākh(y)āti bhojanaṃ ||
ityādivacanād, vatsa! tvaṃ kaçcid rājaputra iti mayā nirṇitaṃ, tato
'nugrīhāṇa māṃ, grīhāṇa rājyaṃ idaṃ, ahaṃ jainiṃ dikṣhāṃ gra-
hishye«. kumārah prāha: »tāta! saṃprati kenā 'pi kāryavicesheṇā
'grato yān⁷ asmi, valamānah⁸ sarvaṃ tavā 'deçam karishyāmi«, iti
25 bhaṇitvā rātrau pratasthe; Bhṛigukachapuram prāpat.
itaç cā 'shtādaçaçatayojanadūrasthaMugdha⁹dvīpopari prasthi-
tasya Kuberadatta-sāmyātrikasya paradvīpavīlokana¹⁰kautuki kumāro
'pi pravahaṇam ārūḍhaḥ; tataç ca kiyadbbhir dinair ardhmāрге¹¹
potamadiye jale¹² stokatāṃ prāpte kvaciṭ cūnyadvīpe pravahaṇam
30 dhṛitaṃ, lokā uttīrṇāḥ sarve¹³ taṭe jalasaṃgraham akārshuḥ.

itaç ca Bhramaraketunāmā rākshaso mahāmānsāçi shashṭisahasra-
rākshasaparivāraparivṛitas tatrā 'gāt, dhṛitāḥ sarve 'pi lokāḥ, keciṭ
nashtāḥ potam āruruḥ. itaç ca paropakārapravīṇāṃtāḥkaraṇaḥ sa(t)tvā-
vān virādhivira(h) kumāro¹⁴ mushṭāmushtī khaḍgākhaḍgi çarāçari rāksha-
35 saih saha yu(d)dhvā sarvān potalokān mocayāmāsa, sarve 'pi pota-

¹ v. 12 in B. ² deçe çriKācināmani, puri Vārāṇasi v. 14. ³ °çalah Cod.

⁴ vāsi Cod.; grīhāvāsaṃ manyamāno mṛigapāçam ivā 'khlīam v. 31. ⁵ °pushpa° Cod.

⁶ s. BÖTTLINGK, Ind. Sprüche² 870, wo bhāshāṇam; aus Vṛiddhacāṇakya 3, 2. In B. fehlt der Vers. ⁷ yān Cod. ⁸ so v. 47; °mānam Cod. ⁹ mugdhasa Cod. ¹⁰ dvī-

pāvilo° Cod. ¹¹ māse Cod.; in B mārge v. 54 (u. v. 103). ¹² jala Cod.; saṃtrūṭitaṃ

jalaṃ v. 54. ¹³ sarvaṃ Cod.; sakalā lokāḥ v. 56a. ¹⁴ die häufige Wiederholung (von hier bis Z. 39) der Wörter kumāra, potaloka (sarvān, sarve 'pi) ist ziemlich unbeholfen.

lokā(h) pota)m āgatāḥ, ekāki kumāras taiḥ^{14a} saha yuddham kurvaṇo bhū-
 yasim bhūmim atikrāṇṭaḥ, jito Bhramaraketuḥ palāyya gataḥ. tataḥ
 ca kumāro yāvata tātam āyāti tāvata calitāḥ sarve 'pi potalokāḥ; ku-
 māro 'pi dadhyau: »akṛi(ta)jña^{1b} tā potalokānām! yan mayā rāk-
 kshasapāreṣvān mocitā api mām ekākinam atra muktṡā gataḥ; athavā
 ko doshas teshām bhayavyākulānām? mamai 'va janmāntarakṛitam
 kim api duḥkarmā 'trā 'parādhyati«. tataḥ ca bhagna(pota)vanikeilnām¹⁵
 dhvajam samudrataḥ ba(d)dhvā vanaphalaiḥ prāṇayātrām kurvaṇo
 'nyadā dvipādhisṭ(h)āyinyā devyā 'tyadbhutarūpasaubhāgya(h) kumā-
 raḥ kshobhito 'pi paranāriparāṇmukhatayā na kshubdhaḥ; tatas tayā
 devyā saṁtusthāyā dvādaça2suvarṇajātyaratnakoṭinām vṛishṭiḥ kṛitā.

itaḥ ca Samudradattāḥ^{15a} pamecaṣṭayānapātrāṇi grihi(tvā) paradvi-
 paṇ gachan dhvajaciḥnam drishṭvā tatrā 'yātāḥ kumāram¹⁶ tādrīk-
 svarṇa¹⁷ ratnakotiṡyutam potam ārohayat. atha samudramadhye gachatsu
 yānapātreshu kiṡyadbhir divasai(r) jalasvalpatayā¹⁸ janānām galatālu-
 ṣoshe jāyamāne niryāmakāḥ prāha: »bho2 velāmbhasi valamāne 'tra
 jalakāntamayo jalair aspashṭa(h)^{18a} parvata ekaḥ prakāṭibhavishyati, iti¹⁹
 tatra cai 'kaḥ susvādujalaḥ kūpo 'sty āgādhaḥ²⁰, iti niryāmakaparampa-
 rayā ṣrutam mayā²¹, tad atra yānapātrāṇi sthāpayitvā jalam grihyate;
 param rākshasapatiBhramaraketusthānam idam, sāmyātrikakṛipayā sam-
 udradevatābhīḥ sa ca rākshasendraḥ pratijñam iti kārīto 'sti: tatottirṇā
 eva janās tvayā bhakshāṇiyāḥ na yānapātrasthāḥ, prāṇānte 'pi na
 tyajati tām saṁdhām, sa svechayā sarvatra ca bhramati«. iti niryā-
 makavacanānantaram valite velājale²² prādurbabhūva jalakāntācma-
 parvataḥ; drishṭaḥ ca tatra madhye mahākūpaḥ; »rākshasadaṁshṭrā-
 kardanād²³ vara(m) pipāsayā maraṇam« iti vicīṁtya jalasaṅgrahaṇār-
 tham no 'ttaraṁti lokāḥ potebhyāḥ. itaḥ ca karuṇāparitacetāḥ kumāra
 ākarnākṛishṭakārmuko baddhatūṇiras: »tvaradhvam2 blo jalagrahaṇāya,
 mā blaiṣṭa2 mayi rakshake sati rākshasāt^{23a}, ṣakrād api bhayam nā
 'neyam bhavadbhir« iti bruvāṇaḥ potād uttīrya kūpapāreṣve jagāma;
 tataḥ saṁjātāvashṭambhā²⁴ lokāḥ potebhyā uttīrya²⁵ brudadvakrāghaṭa-
 ghatiprabhṛitibhājanāni sudṛidharajjuṣatāni ca jalākārshaṇāya grihitvā
 kūpakamṭham āgatāḥ; bahusudṛidhara(j)jvagrabaddhe²⁶ kshipte jalā-

^{14a} nämlich rākshasaiḥ! ¹⁵ der Cod. hat g mit virāma vor c. ^{15a} hier fehlt etwas, da der Name hier zuerst genannt wird; °dattābhīdhaḥ ko 'pi v. 98. ¹⁶ °ras Cod. ¹⁷ der Cod. hat g mit virāma vor sv. ¹⁸ sthalyatayā Cod. ^{18a} so v. 106; asprishṭa Cod. ¹⁹ dies iti ist überflüssig. ²⁰ āgādhaḥ Cod. ²¹ iti ṣrutam mayā pūrvam niryāmakamukhād vacaḥ, v. 108. ²² gate velājale v. 114. ²³ kardanād Cod. ^{23a} °sāḥ Cod. ²⁴ °sṭambha Cod. ²⁵ potebhyar (?) uttīrya Cod. ²⁶ baddham Cod.; von hier bis praviṣṭi (Z. 74) kein Verbum finitum! kshipte, samākṛishṭe, darṣanāt, und die ganz unvermittelte directe Rede: »aho...asti« bilden somit die Vordersätze zu praviṣṭi! BÜNTLINGK schlägt daher vor °dhānaiḥ °janaiḥ zu lesen, wo dann samākṛishṭe zu jalāmatre gehört.

- matre, 'hampūrvikayā jalam pātum sāvadhāne sarvajane samākriṣṭe,
 70 tatra calukacatusṭṭayapramāṇajaladarśanāt: »aho! ekasyā 'pi manu-
 shyasya na trīṣṭhānivrīttir etāvata, dūre gūḍhodakādīpuraṇam, kim atra
 jalam eva stokam? aparam vā kim api kāraṇam asti?«, rākshasabhiyā ca
 kūpāntaḥ pratyekaṁ sabahumānaṁ bahudravyamānanādīṣṭo 'pi ko
 'pi na pravīcati. iti cimtāpare potece vāryamāṇo 'py anyai ra(j)jv-
 75 avalambanena sā(t)tvikacakraṇvartī lokakriyā kūpamadhyam pravīcat
 kumāraḥ; jalaprācūrye 'pi tadupari sthitasvarṇa(jā)likāchidraih sto-
 kam eva jalam jalāmatre pravīcat vikshyā: »ho! kasyā 'pi vijñānam
 idaṁ« i(t)ti dhyātvā svarṇakambā itas tato 'vanamayya vicālam dvāram
 cakre ca kumāraḥ²⁷. 2^a tato lokais tatsa(t)tvopakārādīgunastuti-
 80 parai(r) jalam pītva potasthāni nāṇḍibhājanāni sarvāṇy api bhṛitāni²⁸.
 itaḥ ca kumāraḥ²⁷ kūpabhittau dvāram tadagre ca sopānakaparamparā(m)
 vikshya dadhyau: »kautukārtham atrā 'pi gamyate. kasyā 'pi co 'pa-
 kritir vidhiyate« iti. tatas tatra pravīṣṭaḥ kumāraḥ²⁷ prāsādam ma-
 nīmayam dadarśa, prathamabhūmau dṛiṣṭā cai 'kā vṛiddhā strī tena;
 85 sā ca prāha: »re hīnapuṇyacaturdaḥika²⁹ kimartham kasya ca balenā
 'trā 'gato 'si³⁰? kim na jānāsi Bhramaraketurākshasam?« kumāraḥ
 prāha: »jānāmi, param Garuḍaketor api jetā 'ham, kā kathā
 Bhramaraketoḥ? amba! sā(t)tviko 'ham blujabalenai 'vā 'trā 'yātaḥ
 kautukavilokanārtham; vada, kasye 'dam sthānam? kenā 'yam kūpaḥ kā-
 90 ritaḥ? kasya cā 'sau prāsādaḥ? kā ca tvam?« iti sāvasthāmbham tasya
 vacaḥ śrutvā vṛiddhā prāha: »sā(t)tvikaīromane! ṇṇu, atrā 'sanna-
 rākshasadvipa Lamkāyām Bhramaraketunāmā rākshasasvāmī, tasya
 Madālasā nāṁni kanyā divyarūpā catuḥśhasṭīkalākuṣalā sarvastrila-
 kṣaṇalakṣhitagātrā; anyadā naimittikaḥ pṛiṣṭaḥ: »ko 'syā varo
 95 bhāvi?« teno 'kta(m): »bhūcaraḥ kṣatriyakumāraḥ, sa ca Himavanme-
 khalāvadhi kauberi(m) Lamkāprabhṛitdvīpāvadhi dakṣiṇām ca cāsītā
 mahārājādhirājo vidyādharādisevyo bhāvi«; tat śrutvā manasi khinno
 Bhramaraketur naimittikavaco 'nyathā ciki(rshu)ḥ samudrāṁta(h) kadācid
 dṛiṣṭye³¹ kadācid velājalair adṛiṣṭye 'tra parvate kūpamadhye dvāram
 100 kṛtvā 'tra prāsādam nirmāya ca kanyām mumoca, mohanaṁ ca tasyāḥ
 pañca ratnāni dadau vishamadaḥāyām upakārāyā, 'ham tasyā dāsi;
 kūpamadhye bhojanādyartham Bhramaraketupreshitāni vastūny āga-
 chaṁti, »jalamadhye patitāni virasāni syur vinācyaṁti vā« iti svarṇajā-
 likā jalopari kṛtā. punar api māsāt pūrvam pitrā 'paraḥ kaḥcin nai-
 105 mittikaḥ pṛiṣṭaḥ: »kanyāyāḥ ko varo bhāvi?« tenā 'pi proktaṁ tathai
 'va, Bhramaraketuḥ prāha: »kim tasyā 'bhijnānam³²?« naimittiko

²⁷ diese häufige Wiederholung des Nom. kumāraḥ ist auch ziemlich ungefüge. und im Tone bequemer, mündlicher Erzählung gehalten. ²⁸ bhṛita, gefüllt, s. Pet. W. Vbharg), wohl aus dem Prākṛit herübergenommen. ²⁹ hīnapuṇya° Cod. ³⁰ sti Cod. ³¹ kadācid na (dua wohl für d mit virāma?) daḥyam Cod. ³² so v. 177.; °dhānam Cod.

jagau: »yaḥ samudramadhyasthaçûnya dvipe potalokabhakṣhaṇāya pravyṛtṭam tvām jetaḥ«: tac ca māsāt pūrvam tathā jātam, tataḥ samutpannadvigūṇaroṣaḥ saṃprati sarvā(n) rākṣhasavargān^{32a} çûnya dvipasthitasya tasya vināçāya melayann asti, na jñāyate: kim bhāvi?« kumāro 110
dadhyau: »sa eva Bhramaraketur mayā tatra jitaḥ, tatra çatrusthānam idam, mayā vini rākṣhasajātiḥ, sāvalhitena mayā 'tra bhavitavyam« iti.

itaç ca tatratā 'yātā divyarūpā kanyā Madālasā; mitho rūpanir-ikṣhaṇāj jāto dvayor apy anurāgaḥ, kritam tatrai 'va gāṃdhārvavivāharitṛyā tasyaḥ pāṇigra 2^b haṇam. tataḥ prithivi-jala-tejo-vāy-v-ākāçarūpa-tattaddevādhiṣṭhitasaprabhāvaratnapaṃcākakaraṃḍakam Madālasam taddāsim ca lātvā kūpamadhyam āgataḥ, rajjuprayogeṇa bahir nirgataç ca. »kim idam« ity āçaryatvaritagatibhiḥ potalokaiḥ sa prañataç ca: »ko 'py ayaṃ devo na manushya« iti vicāraparāyaṇair; adhyārūḍhāç ca potaṃ Samudradatto-'ttamacaritrādayaḥ. tataḥ 115
kiyaddivasaiḥ punar api jale kṣhiṇe vyākulibabhūva lokāḥ; tadā Madālasā 'vādīt: »priyatama! madābharanākaraṃḍake yāni paṃca ratnāni saṃti teshāṃ prabhāvaṃ cṛiṇu: prathamam prithividevatādhiṣṭhitaṃ ratnam pūjayitvā yācyate³³, maṇikanakamayāni nānāvīdhāni sthālakacolaka³⁴ghaṭikarakaprabhritibhājanāni, tathā çayanāsanādini, 125
tathā kalamasugāṃdhicālimudgagodhūmaprabhritidhānyāni, tathā vimalamahārthasuvārṇamāṇimayāni kaṭaka-keyūra-nūpura³⁵-hārā-'rdhalahārādyābharāṇāni yatheeḥaṃ pratyahaṃ datte: dvitīyam jalaratnam gagane dhriyate³³ 'reayitvā, vāṃchitajalavṛṣiṣṭir bhavati. akāle 'pi; tṛtīyam valniratnam tathā tad api gagane dhriyate³³, sūryapākaraṣavati- 130
tulyā 'dhastād vinā 'py edhānsi vinā 'py agniṃ sarasasvāduçālidālīnānāpakvānnānekavyaṇjanamanoharā rasavati sampadyate; caturtham vāyur ratnam, tathā tad apy ākāçe dhriyate³³, yathābhilāṣam prācīpratīcīto mṛidur³⁶ anukūlaḥ saraso vāyur utpadyate, yathābhilāṣa(m)^{36a} pracāṇḍa(h) pratikūlo 'pi ca: paṃcamam ākāçaratnam saṃptījyate³³, tejo dedīpyamā- 135
na(m) sūkṣmasukumāradevadūṣhyānukāripaṭṭa(du)kūlaratnakamḥbala³⁷-prabhritinānāvīdhāni vastrāṇi dadāti: tata etaiḥ saṃprati janānām upakāraṃ kuru«. iti priyāvacaḥ çrutvā hṛṣiṣṭaḥ kumāro jalaratnam pūjayitvā kūpastambhe babāṃdha, tato meghavṛṣiṣṭir jātā, pūrītāni sarvāṇy api jalāmratrāṇi, hṛṣiṣṭā lokāḥ. ekadā dhāṇye kṣhiṇe jāte pṛi- 140
thviratnaprabhāveṇa dhāṇyāni pūrayāmāsa kumārāḥ. punar anyadā

^{32a} rga Cod., sarvarākṣhasamaṇḍalam | tasya puṇso vināçāya, na jāne kim bhaviṣyati v. 181. ³³ es fehlt ein yadi. ³⁴ ? kavvolaka Cod; suvarṇarūpyasthālāni ratnakacolakāny api | sthālighaṭighaṭādini datte mṛidbhājanāny api || 205 | ³⁵ nūpara Cod. ³⁶ ? prācīpratīcīti mṛidur Cod. ^{36a} war eben erst da. ³⁷ ? der Cod. hat paṭṭakūlaḥ sarasotnakamḥbala³⁷ und zwar ist sa und so als zu streichen markiert, so dass ratnaka³⁷ übrig bleiben; ratna paṣṣt hier zwar nicht recht her. ratnakamḥbala steht jedoch ebenso Z. 397.

'nnapākayogye(m)dhane kshīṇe imdhanair vinā 'pi valmīratnaprabhāvād
 annapākakaraṇena lokān sukhino 'kārshit³⁸. aparedyur ākācaratnapra-
 bhāvāt sarvasāmyātrikāṇāṃ vastrāṇi kshīrodakādīny adāt kumārāḥ.
 145 tataḥ sarve 'pi lokā bhojanāchādanādīṣu niḥci(m)tāḥ sukhitāḥ samtāḥ
 kumāraṃ eva sevāhevākitayā³⁹ 'bhajan. tato 'nyadā 'sahanatayā stri-
 ratnajigbhrikshutayā⁴⁰ 'kritajñaçiromanitayā lajjāṃ parityajya paraloka-
 bhayam apy avagaṇayya Samudradattaḥ kumāraṃ rātrau samudre
 'pātayat. jāte⁴¹ lokakolāhale ruroda sà Madālasā; atha maraṇonmu-
 150 kṣiṇ tām dāsī prāha: »svāmini! kiṃ bālamaraṇena mriyase? nishi-
 ddham etaj Jināgame⁴²; tato yat t(v)annāyāvacobhīḥ samprati Sa-
 mudradatto vipratāryate svaçilāra 3^a kshārtham, vāyuratnama-
 himnā ca svābhishṭatate gamyate, tatra ced bhartā disṭyā milati ta-
 dā bhavyam, na cet tarhi pravrajyā grīhyate jaini.« iti sakhivacaḥ
 155 çrutvā hrishṭā Madālasā tathai 'va cakre.

itaç ca Uttamacaritro yaḥ samudre patitaḥ sa⁴³ kenā 'pi ma-
 hātiminā grastas taṭam⁴⁴ āyātaḥ, sa ca tini(r) dhivarair vināçitaḥ; ji-
 van krishṭas tadudarāt kumāras tatra tishṭhati, »mahāpurusho 'yam«
 iti mainikaiḥ sevyamānaḥ. atha Samudradattena pravahaṇāni sveshṭa-
 160 dvīpaṃ prati niyamānāny api Madālasādhātavāyuratnasamutpādi-
 tamāruta(ba)lena dinadvayena Moṭapalli-nāma velākūlaṃ prāptāni;
 tatra ca Naravarmarājā paramārhtaḥ sakaladharmikadhaureyaḥ.

itaç ca Madālasā(m) puraskṛitya grīhitamuktāphalādipraudhprābhṛi-
 taḥ Samudradattaḥ potād uttīrya rājasabhāṃ prāpa, nanāma ca nri-
 165 paṃ, rājā 'pi tushṭaḥ⁴⁵ kuçalālāpapūrvaka(m) provāca: »bhadra! kai 'shā
 yoshā?⁴⁶ sa ca prāha: »svāmin! niḥsvāmike 'yam⁴⁶ mayā mukta-
 dvīpe⁴⁷ labdhā, tavā 'deçe sati mama kalatratāṃ vāṃçhati«. ity ukte:
 »āḥ! çāntam pāpa(m)! re pāpiya⁴⁸! kim alikaṃ jalpasi« 'ti, »açrotavyam
 idam« iti karṇau pidhāya netramukhi^{48a} sthītā prāha: »rājan! mama
 170 bhartā 'nena durātmanā samudre kshiptaḥ⁴⁹. tato ruṣṭo rājā paṃca-
 çatapotasthaṃ sarvaṃ vastu grīhṭvā vakslaskārikāsu nikshipya sva-
 mudrāṃ da(t)tvā Samudradattam anyāyinam kārāgrihe kshiptavān.
 »vatse! mama putryās Trilocanāyāḥ pratipannabhagini matsaudhād adū-
 ravartiny asmin tasminn āvāse⁵⁰ svasakhiyutā tishṭha, dehi dinādibhyo⁵¹
 175 'nivāritam dānam, tava bhartā kvā 'pi taçe lagno bhāvi, taçcuddhi(m)
 karishyāmi«; iti samāçvāsyā Madālasāṃ putritve pratipadyā^{51a} 'vāse

³⁸ rhāshīt Cod. ³⁹ kumāra eva sarveshām upakāraparāyaṇaḥ | sevaniyo 'bhavad
 yena v. 226. ⁴⁰ °kshatayā Cod. ⁴¹ jāta Cod. ⁴² Cod. hat jinārāme; aber v. 239 hat
 °game. ⁴³ dies: yaḥ . . sa ist sehr ungefüge. ⁴⁴ taṭam Cod. ⁴⁵ ? nripaṃ ya rājā pi
 tuḥ su Cod. ⁴⁶ ? kaṃ ye Cod. ⁴⁷ ? mukvadvipaṃ Cod. ⁴⁸ pāpi Cod.; re pāpishṭha
 v. 270; zu pāpiya s. Pet. W. Das Richtige wäre: pāpiyan. ^{48a} so Cod.; ob nata-
 mukhi? in B: adhomukhi v. 272. ⁴⁹ ptā Cod.; kshipto rājan durātmanā v. 272.
⁵⁰ ? asmittasmittāvāse Cod.; statt asmiṃs tasminn! auch ist asmin tasmin eine unge-
 wöhnliche Verbindung. ⁵¹ v. 281; cinā° Cod. ^{51a} besser noch wäre °pādyā.

sthāpayāmāsa rājā. sā 'pi tatra sthītā ratnapamecakamahimnā samjāta-
sarvasampattih pratyaham datte dānam⁵². atha sā satījanocitān katy
api niyamān jagrāha, yathā: bhartṛmīlanāvadhi bhūmau cayanīyaṃ, 180
snānam na kāryam, raktavastrāni tyājyaṃ, pushpāṅgarāgavilepanādi
tyājyaṃ, nā 'svādyam tāmbūlam, lavāṅgai-'lā⁵³-jātiphalānām niyamāḥ⁵⁴,
sarasaçākānām ca dadhi⁵⁵ dugdhapakvāmāgudakhaṇḍaçarkarāpāyasa-
prabhṛitisusvādavastūnām bhakṣhe⁵⁶, sadai 'kabhaktam eva kāryam,
gavāksheshu na sthātavyam, lokānām vivāhādy api na vikṣhaṇīyam,
purushastriçṛiṅgāravilāsavikathā na kāryā(h), çṛiṅgārarasānuviddha- 185
çlokaçāthāgitarāsādy⁵⁷ api no 'ccāraṇīyam na çrotavyam ca, vairāgyam
eva bhāvaṇīyam, karmakarādibhir api ālāpasamplāpādi na kāryam ityādi.

itaç ca sarve 'pi dhīvarā Uttamacaritrasahitāḥ kenā 'pi prayo-
janena Moṭapallivelākūle samāgatā(h). tadā ca Naravarमारājñā sva-
sutāyāḥ kṛite saptabhūmika⁵⁸ āvāsāḥ kārayitum prārebhe. nagara- 190
çobhām vilokamāna Utta 3^b macaritro 'pi tatrā 'yātāḥ, tatra
sthāne² aparādhyataḥ sūtradhārān vāstuvidyāviduraḥ çikṣhayāmāsa,
taccāturyacamatkṛitāḥ: »ko 'py ayaṃ Viçvakarmāvatāra« iti tam bahv
amaṇsata, s(v)asamīpe sthāpayāmāsuḥ; dhīvarāç ca tam ala(bha)mānāḥ
svam^{59a} nīmḍa(m)tal svasthānam gatāḥ. anyadā nishpannaprāyam āvā- 195
sam vilokayitum rājā tatrā 'yātāḥ; adbhutasaubhāgyam rūpaṅgama-
ñirohaṇam tam dṛiṣṭvā dadhyau: »nūnam uttamavañcajaḥ ko 'pi
rājaputro 'yaṃ, tad asmai योग्याया ताम् पुत्रिम् दा(त्)त्वा निचेिम्तो
bhavāmi«; 'ti kumāram ākārya sumuhūrte mahatā mahena svasutām
dadau. tataḥ kumārāḥ pūrvapūnyānubhāvena kṛita-Trilocanāpāṇigra- 200
haṇas tasminn evā 'vāse rājñā datte sukham anubhavam^{59b} tasthau.

itaç ca Madālasā dāsim prati prāha: »adyā 'pi na labdhā kā 'pi
prāṇapriyasya çuddhiḥ, tato nūnam samudramadhye patitasyā 'māṅga-
lam jātaṃ sambhāvyate; sakhi! mayā dattāny anekavidhāni dānāni,
ratnānubhāvena dravyakoṭivyaçāt kārītā Jinaprasādāḥ, kṛitāni sādhar- 205
mikavātsalyāni, lekhitā Jināgamāḥ, ārādhitaḥ çuddhadharmāḥ; ratna-
pamecakam mama bhaginyās Trilocanāyā da(t)tvā Jainīm dikṣham
grihṇāmi.« tato dāsyā proktaṃ: »svāmini! mā nirveda(m) kārshih,
rājasutāyāḥ ko 'pi vaideçikaḥ sarvaṅganidhānam bhartā samprati
jātāḥ çrūyate, kadācit sa evā 'yaṃ tava patir jagadadbhutaabhāgya- 210
saubhāgyo bhavet; yadi tvam ādiçasi tadā gatvā vilokayāmi.« tato
gatā Madālasānūjnayā tadāvāse dāsi; dṛiṣṭaç co 'ttamacaritraḥ,
kimcitgopitākṛititvāt samyag⁵⁹ no 'palakṣhiataḥ; tataḥ kṣhaṇam ekaṃ
Trilocanayā samam pritigoshthīm vidhāya gatā nijagriham sā sar-
vam tadrūpalāvanyasaubhāgyādi proktavati Madālasāyāḥ, tataḥ 215

⁵² ? dānai Cod. ⁵³ livāṅgelā Cod. ⁵⁴ °mā Cod. ⁵⁵ ? vadhi Cod. ⁵⁶ vastūno
bhakṣhye Cod.; es fehlt ein ca. ⁵⁷ ? rasādy Cod. ⁵⁸ so v. 299; °bhūmau Cod. ^{59a} Acc.
Plur.! ^{59b} °bhaves Cod. ⁵⁹ g mit virāma Cod.

svabhartribuddhyā kṣhaṇaṃ tadupari sā saragā jātā, punar api: »hā dhiḡ⁵⁹ mām Trilocanābhartari saṃjātarāgām^{59a}, sadṛiṣarūpākārā jagati sahasraṇo nārīḥ syuḥ, sthāne² rāgakarāṇe mahāpātakam« ity ātmānaṃ ninimḍa⁶⁰, dharmadhyānaparā eā 'bhūt.

- 220 atha kumāro 'pi papracha⁶¹: »priye! kai 'shā yoshā? saṃprati gṛiham āgatya gatā sā.« prāha: »prāṇeṇa! pratipannabhaginītvāyās^{61a} tribhuvanādbhutasaubhāgyāyā Madālasānūnyā vaidecikyā dāsi.« tat crutvā kṣhaṇaṃ »mama bhārye 'yam« iti rāgi jātāḥ, punar api »sadṛiṣarūpalāvanyābbhidhānā bahvyo 'pi vanitāḥ syur« iti paranāri-
225 rāgiṇaṃ ātmānaṃ ninimḍa.

- itaḥ co 'ttamacaritro madhyāhne Jina⁶²pūjārthaṃ svagṛihasaṇipaprasāde gataḥ, tato naṣṭaḥ⁶³, kvā 'pi gataḥ; Trilocanā duḥkhiṇi jātā. atha ca tatrai 'va pure Maheçvaradatto mahebhyaḥ, tasya śatpameçat⁶⁴ suvarṇakoṭayo nidhau kalāṃtare vyavasāye
230 ca saṃti, pameçata(m) yānapātrāṇi, pameçata(m) çakatāṇi, pameçata(m) gṛihāṇi, pameçata(m) haṭṭā 4^a ni, pameçata(m) vādītrāṇi⁶⁵, pameçata(m) vakṣaṣkārīkāḥ, pameçata(m) vaṇik⁵⁹putrāḥ, pameçata(m) gokulāṇi pratyekaṃ daça²saḥasramānāni, pameçata(m) gajāḥ, pameçataçvāḥ⁶⁶, pameçata(m) narayānāni, pameçata(m) çri-karyaḥ, pameçalakṣhā bhṛityāḥ, pameçatasahasrāḥ subhātāḥ, etāvanmātro vibhūtivistāro 'sti tasya, paraṃ putro nā 'sti. kiyatā kālena ekā⁶⁷ putri jātā, adbhutarūpalāvanyā sarvastrikalākuçalā Saḥasrakalā-nāmnī. itaḥ ca mahebhyaḥ saṃsāravirakto dadhyau: »yogyāya kasmaicid varāya kanyāṃ gṛihasāraṃ ca da(t)tvā 'haṃ ca jaiṇiṃ dikṣhāṃ
240 prapadye«. itaḥ ca tenā⁶⁸ 'nyadā naimittikāḥ pṛiṣṭaḥ: »ko 'syā varo bhāvi« 'ti; sa prāha: »yas Triloconāyā nṛipaputryā bhartuḥ çuddhiṃ nṛipeṇa pratipannaputryā Madālasāyāç ca mūlakathāṃ sarvāṃ rājasabhāyāṃ kathayishyati so 'syā varo bhāvi 'ti jneyaṃ⁶⁹, sa ca mahārājādhirājo bhāvi, māsāṃte 'tra sameshyati, kāryatāṃ vivāhasāmagri, nā
245 'tra saṃdehaḥ kāryaḥ«. tato hrishṭeṇa tena gṛihitaṃ māsāṃte lagnaṃ; ākāryaṃte svajanāḥ, kāritā maṃḍapāḥ, bhōjyaṃte jnātayaḥ. viṣṭitā cai 'shā vārttā puramadhye, gatā rājasabhāyāṃ, viçeshato rājā vismayam āpannaç cintayāmāsa: »aho! dhanyo 'yaṃ Maheçvaradattaḥ, ya evaṃvidhaiçvaryavān api vairāgyam āpanno jāmātre gṛihasāraṃ vi-
250 tīrya dikṣhāṃ jigḥṛikṣuḥ, tato 'haṃ api Trilocanāyāḥ pataye prakāṭikṛitāya rājyaṃ da(t)tvā pravrajāmi«. tato Maheçvaradattena saha vimṛiçya naimittikavacanāsthayā rājñā nagaramadhye paṭaho dā-

⁵⁹ g mit virāma Cod. ^{59a} rāgo Cod. ⁶⁰ ninam Cod.; s. Z. 225. ⁶¹ paprachamti Cod. ^{61a} °bhaginyās würde genügen, s. Z. 242. ⁶² jine Cod. ⁶³ naṣṭaḥ Cod. ⁶⁴ diese 2 fehlt, ergibt sich aber aus v. 368. ⁶⁵ ? so Cod.; vādītra auch v. 371. ⁶⁶ dieses Compositum legt es nahe, auch überall sonst das pameçata als pūrvapada zu fassen! mir scheint es jedoch einfacher, dabei je den anusvāra hinzuzufügen. ⁶⁷ ohne saṃdhi. ⁶⁸ ? iticçastena Cod. ⁶⁹ °yaḥ Cod.

pitaḥ: »yas Trilocanāyā bhartuḥ cūddhiṃ Madālasāyāc ca mūla-
vṛttāntaṃ kathayati tasmai rājyaṃ diyate sahasra(m) kanyā(ḥ) ce« 'ti.
atha māsaprāṃte ekena cūkena pātalaḥ spri(ṣṭaḥ)⁷⁰, proktaṃ ca: »bho 255
rājapurusha! nayata māṃ rājasabhāṃ yathā 'haṃ tatra sarvaṃ⁷¹ vṛ-
ttāntaṃ kathayāmi«. tataḥ kautukād vismayāc ca nitas tatra sa cūko
vakti prīṣṭaḥ saṃ: »atra javanikāntare sthāpaya rājan! Madālasāṃ
Trilocanāṃ ca, yathā 'haṃ trikālajnāni sarvaṃ vadāmi«. rājñā tathā
kārite kautukavismayābhyāṃ militeshu pauralokeshu pūrvaṃ Madā- 260
lasākathāṃ cūkaḥ prāha, yathā:

»Bāṇārasyāṃ⁷² Makaradhvajarājnaḥ putra Uttamacaritraḥ
potam āruḍhaḥ, samudramadhye jalakāntagiraḥ kūpamadhye pravīcya
pātālabhuvane^{72a} Laṃkādhīpasya Bhramaraketurākshasasya putriṃ
Madālasāṃ pariṇiya kūpadvārāt punar bahir dvārā 'yātaḥ⁷³, Sam- 265
udradattasya potaṃ saka(la)tra āruḍhaḥ, paṃcaratnaprabhāvāj jala-
dhānyemḍhanavastrādibhiḥ potalokān suklinaḥ cakāra, tataḥ Samudra-
dattena stridhanalobhāt samudrāntaḥ pātito rātrau, timinā grastaḥ:
tataḥ sa timis taṇaṃ āyāto, mainikair udare pāṭite⁷⁴ nissasāra jivann
eva 4^b kumāraḥ, tatra sthito mainikapāṭake; taiḥ sahā 'nyadā 270
'trā 'yātas, tava putryāḥ paṇigrahaṇaṃ kṛtvā 'vāse sthitaḥ. anyadā
Jinālaye Jinapūjāṃ madhyāhne kurvāṇaḥ puṣhpamadhye sthitaṃ ma-
danamudritamukhāṃ nālikāṃ⁷⁵ kautukād udghātayaṇ tāmḍūlikasarpaṇa
daṣṭaḥ puṣhpapātropari gatacāitanyāḥ papāta. he nṛipa! kathitā
kathā Madālasāyāḥ, tava putryāḥ patiḥcūddhir⁷⁶ api, satyapratijño⁷⁷ 275
'si, tarhi me rājyaṃ tām vyavahāriputriṃ ca dehi yathā 'haṃ vihaṃ-
gamo 'pi kiyatkālaṃ rājyasukham anubhavāmi.« atha rājā prāha: »cū-
karāja! vada, kumārasya tasyā 'gre kiṃ jātaṃ? jīvati mṛito vā sa(h)?
dāsyate tubhyaṃ rājyaṃ«. tataḥ cūkaḥ prāha: »cṛiṇu rājan! yadā
sarpadaṣṭaḥ kumāraḥ papāta tadā 'naṃgasenā-nāmnī divyarūpā 280
gaṇikā kenā 'pi kāryeṇa tatrai 'kākiny evā 'gatā, tayā ca viśhāpahāra-
mudrikāmaṇijalena siktāḥ punar ujjiḥjiva, nitaḥ ca tadai 'va svāvāse,
saṃprati tayā saha sukham anubhavati. rājan^{77a}! svasti tavā 'stu, yā-
syāmy, alaṃ rājyena, vanaphalair eva tushṭo 'smi«. atha rājā sva-
haste grīhitvā cūkaṃ jagau: »he cūkarāja! dhiro bhava, yāvata tad- 285
grīhe taṃ vilokayāmaḥ.« tato rājājñayā rājapurushair vilokitaṃ
sarvaṃ tasyāḥ saudhaṃ; na dṛiṣṭaḥ kumāraḥ; prīṣṭaṃ ca: »kva sa

⁷⁰ māsah prāṃte tataḥ ko 'pi praspācya pāṭahaṃ cūkaḥ v. 405. ⁷¹ ? haṃ tatsarvaṃ (tsa als Ligatur). ⁷² Vārāṇasyāṃ v. 419. ^{72a} ? bhavane in Z. 337. ⁷³ dvārāt und dvārā (Instr.) nebeneinander ist etwas ungeschickt: in B. (v. 425) besser bloss: rājuprayogataḥ cighraṃ nirgataḥ svapriyānvitaḥ. ⁷⁴ pāṭite Cod. ⁷⁵ nālikāṃ Cod. ⁷⁶ man erwartet: patyūḥ cūddhir, s. Z. 253. ⁷⁷ pratito Cod.; satyapratijñac ced asi v. 434. ^{77a} dies Wort findet sich von hier bis Z. 293 fast in jeder Zeile in irgend einer Form vor; unbeholfen.

rājajāmātā?«. sà 'pi⁷⁸ kim api pratyuttaram nà 'rpayati. pratyāgatās
 te sarva(ṃ) rājne vijnapayanti sma; rājā dadhyau: »paramagahanam
 290 idaṃ vṛttaṃ, tataḥ çukam eva prichāmi«. tato rājā prāha: »he çuka-
 rāja! kim asmān mudhā 'yāsaya⁷⁹, vadā 'grataḥ sarvaṃ, nà 'sti tvattaḥ
 ko 'pi para etatsvarūpasya veditā vaktā ca.« tataḥ çukaḥ prāha:
 »rājan! sarvakathābhāṣaṇaṃ vinā nà 'sti tava hastān muktīḥ, tato jāya-
 tāṃ sarveshāṃ pramoda iti kathayāmi sarvaṃ; çṛṇu: tadā 'naṃgasenā
 295 dadhyau: »nūnam asau^{71a} adbhutasaubhāgyo guṇavān rājajāmātā, mama
 'smin bhave 'yam eva bhartā 'stu; paraṃ yadi rājā jānāti, tadā 'sya
 nā 'tra sthātum datte; itaḥ ca sthānād gataḥ katham punar atrā 'yam
 āyāti?, tatas tathā kurve yathā 'sau na yāti«. iti tayā maṃtrābhi-
 maṃtritasya tasyā 'ñhrau nibaddhe jātaḥ çukaḥ kumāraḥ, kshiptaḥ
 300 pañjare, sà ca pratyaham davarachotānān naraṃ punas tadbandhanāc
 ca çukam svecchayā tanmohārtā kurute sma. itaḥ ca kumāro dadhyau:
 »aho mānushye 'pi mama tiryaktvaṃ jātaṃ, hā mayā kim pūrva-
 bhave pātakam kṛitaṃ? atra bhave kim api vā? huṃ jñātaṃ, mayā
 'trai 'va bhave pitrā 'dattāyā Madālasāyāḥ pañigrahaṇaṃ kṛitaṃ,
 305 ratnapaṃcakaṃ ca rākshasenā 'dattaṃ grīhitaṃ, etatpātakadvayena
 gridhrasya gridhrāṃtareṇa bhakshyagrahaṇavat sarvaṃ dhanaratna-
 Madālasādikam lātum tenā 'dhamavanijā 'haṃ samudre kshiptaḥ,
 timinā ca grastaḥ⁸⁰. tathā Jinapūjāvasare tyaktānyavyāpāro 'py ahaṃ
 5^a pushpamadhyānirgatamadanamudritamukhanālikodghāṭanam
 310 anartha^{80a}daṃḍarūpam akaravaṃ, tena pāpena mama sarpadañçavyathā
 mānushye 'pi çukarūpatvaṃ cā 'bhūt«. iti svāni pāpāni smāraṃ 2
 muhu2r ninimḍa⁸¹. athā 'naṃgasenā tasyā 'nurāgeṇa tatrai 'va māsa(ṃ)
 yāvat tasthau, adya punar udghāṭam^{81a} eva pañjaradvāraṃ muktṡvā kvā
 'pi gatāyām tasyām avasaram labdhvā parijanamukhena paṭalaghoshā-
 315 ṇaṃ⁸² ca çrutvā tata udḍiṡya paṭaham sprishtavān, rājan! so 'ham«.
 iti çrutvā rājñā çukasya 'ñhrito davarakaç choṭitaḥ, jātaḥ sphuṭarūpaḥ
 kumāraḥ, sañjātaḥ sarveshāṃ pramodaḥ; dattā Maheçvaradattena
 sà kanyā pariṇitā ca kumāreṇa mahāmahotsavapūrvaṃ. militās tisro
 bhāryāḥ, sthāpitā ca bhāryātvenā 'naṃgasenā 'pi.
 320 itaḥ ca yayā 'rāmikyā kumārasya tadā pūjāvasare pushpāny
 āniyā 'rpitāni sà rājñā 'kārya tādṛitā prishṭā ca: »re pāpe! vada,
 pushpamadhye sasarpā nālikā kutah⁸³ kshiptā?« sà prāha: »svāmin!
 kārāsthena Samudradattena suvarṇapaṃcacaṭimānanena mama pāre-
 vād idaṃ⁸⁴ kṛitaṃ, mayā lobhāṃdhayā kṛitaṃ etat pātakam.«
 325 tato ruṣṭeṇa rājñā Samudradatto vadhyā ādisṭaḥ⁸⁵, ārāmiki ca;

⁷⁸ sa çuka rājajāmātā so 'pi Cod.; s. die Note zur Übersetzung. ⁷⁹ °sayati Cod.
^{79a} ohne sandhi. ⁸⁰ grahaḥ Cod. ^{80a} rgha Cod. ⁸¹ ninimḍa Cod. ^{81a} so Cod.; udghā-
 ṭitaṃ? ⁸² sukhena paṭaho° Cod. ⁸³ nālikā kutataḥ Cod. ⁸⁴ ikaṃ Cod. ⁸⁵ zu vadhyā
 ādisṭaḥ s. Z. 352. 362; badhyāḥ Samudradatto 'yam . . ity ādisṭaṃ ruṣṭā rājñā v. 524.

kumāreṇa kṛipayā dvāv api mocitau, rājñā sarvasvadandam kṛtvā
 deçān nishkāsitau. atha rājñā prāgutpannavairāgyeṇa putrābhāvāj
 jāmātre⁸⁶ tasmai samudrataṭarājyaṁ da(t)tvā tapasyā grīhitā; Maheçva-
 radattena svagrīhasarvasvaṁ kumārāya da(t)tvā nṛpeṇa sārddham pra-
 vrajyā 'ṁgikṛitā: Uttamacaritro rājā jātaḥ. itaḥ ca Bhramara- 330
 keturākshaseçvaraḥ shashtilakshapramāṇa(m) rakshaḥsainyaṁ mela-
 yitvā naimittikaṁ^{86a} pṛisthāvān: »kvā 'ste samprati mama vairi?« sa
 provāca: »tām tava putriṁ pariṇiya sārabbhūtaṁ tvadiyaṁ ratnapameca-
 kaṁ grīhitvā 'dhunā Moṭapallināmavelākūle rājyaṁ kurvāṇo 'sti saka-
 lataṭasvāmī.« taḥ çrutvā rākshasapatir dadhyau: »aho! alaṁghyā bha- 335
 vitavyatā; samudrāntar jalakāntaçaailasthitakūpadvāre pravicya bhū-
 careṇā 'py amunā pātālabhāvane devānām apy agam(y)e mayā gupti-
 kṛitā Madālasā pariṇitā, ratnapamecatayi mama jivitavyaprayā grīhitā;
 aho naimittikasya jñānaṁ! aho etasya bhūmigocarasyā 'pi bhāgyāti-
 çayaḥ! yas tadā çūnyadvipe⁸⁷ ekāki sam āhārādirahito 'pi mayā jetuṁ 340
 na çeke, sa samprati samprāṭtarājyaḥ paṁcaratnamahimnā sampūr-
 ṇakoçabalaḥ prabhūtasubhātakotiparivṛitaḥ katham jetuṁ çakyate?
 athavā, jāmātrā saha kalahe kā çobhā?«. iti vicimtya vimuktaraṇa-
 samrambho Moṭapallivelākūlam āgatya sapraṇayaṁ svasutāṁ
 samblāshya çri⁸⁷ Uttamacaritrarīpaṁ praṇamya tadājñāṁ ca pra- 345
 padya svasthānam āgamat.

itaḥ ca ekadā⁸⁷ rājñah samsadi kaçcid lekhaḥārakaḥ samāyātaḥ,
 rājne ca lekhaṁ samarpayāmāsa, rājā 'py unmudryā 'vāçyat, evaṁ^{87*}:
 »vatsa! tva 5^b yi videçaṁ prati prasthite 'haṁ tvām apacyan
 sarvatra carān lekhaḥārakaṁ preshayitvā tvacehuddhim⁸⁸ akārshaṁ, 350
 paraṁ na labdhā kvā 'pi tava çuddhiḥ, adhunā ca tvam Moṭapalli-
 velākūle rājyaṁ kurvāṇaḥ çrutaḥ, tato 'sau lekhaḥ prahitaḥ, ahaṁ
 vārddhakyena rājyabhāradhaureçyasya bhavato virahēṇa samprati vyā-
 kulo jāto 'smi, etaḥ jñātvā dṛiṣṭalekhenā 'trā 'gantavyaṁ«. iti
 lekhaṛtham avagatya tad eva⁸⁹ velākūlarājyaṁ pradhānebhyyo bhalā- 355
 payitvā svayaṁ sasainyaḥ priyācatusṣṭayayutaḥ⁸⁷ tātapaḍavamdanārtham
 Vāṇārasim prati prastathe. krameṇa Citrakūṭasamīpaṁ prāptaḥ, tatra
 samutpannavairāgyeṇa nishputreṇa Mahāsenarājñā dhuraṁdharaṁ
 naraṁ jñātuṁ ārādhitayā devyo 'ktaṁ: »prātas tava rājyabhāradhaureyaḥ
 çri⁸⁷ Uttamacaritrarājā 'trai 'shyati, tasmai rājyaṁ da(t)tvā niçcimtaḥ 360
 san svakāryaṁ sādhayeḥ« iti. tato Mahāsenarājñā devatāgīrā tatrā
 'gatāyo 'palakshitāya çri⁸⁷ Uttamacaritrarīpāya rājyaṁ da(t)tvā
 svayaṁ dikshā grīhitā. atha katicid dināni tatra sthitvā Medapāṭa⁹⁰-
 Mālava-Sapāḍalaksha-Karṇāṭa-Mahārāshṭṛādi-deçān svāyatti-

⁸⁶ omātre ṇa Cod. ^{86a} ottakaṁ Cod. ⁸⁷ ohne samdhi. ^{87*} yat | evaṁ Cod.⁸⁸ tach^o Cod. ⁸⁹ tadaiva Cod. ⁹⁰ paṭe Cod.

- 365 kṛitya tatra2 svaniyogināḥ sthāpayitvā kramena Gopālagiriṃ prāptaḥ.
tatra ca Viraseno rājā Simdhu-Sauvirādidācajanapadasvāmī ca-
turakshauhini⁹¹ sainyaḥ samarāya cī Uttamacaritraripasya sammu-
kham āgataḥ, dūtāmukhena jñāpayāmāsa: »maddecaṃ parityajyā 'nyato
vā vraja yuddhasajjo vā bhava«^{ti}. dūtagirā kruddhaḥ sann Uttama-
370 caritraḥ saṅgrāmāya sajjo jātaḥ: ubhayaṃ api sainyayoḥ pravṛitto
ghoro raṇaḥ: tato Viraseno-'ttamacaritrau yuddham kurvānu^{91a},
viratveno 'ttamacaritreṇa jīvaṃ eva baddho Virasenaḥ, svājñāṃ
grīhītvā muktaḥ ca. Viraseno⁹² 'pi tenai 'va vairāgyena tasmai
rājyaṃ da(t)tvā sahasraripaparivṛitas tapaḥ prapade. kīyaṃtam kālaṃ
375 tatra sthītvā 'nyadā Bāṇārasīṃ prati prasthītaḥ, prāptaḥ svāṃ rā-
jadhānīm, pitrā kṛitapraudhapraveçotsavana puramādhye praviveço
'ttamacaritraḥ, nanāma ca pituḥ pādaḥ bhaktyā. cī Makara-
dhvajo 'pi tasmai putrāya rājyaṃ da(t)tvā svayaṃ pravavrāja. atha
praudharājyacatusṭṭayasvāmī rājā cī Uttamacaritraḥ pūrvapūnyā-
380 nubhāvena cīrasaukhyam anvabhūṃkta. tasya ca catvāriṇcaṭ koṭayo
grāmāṇāṃ, catvāriṇcaḥ lakṣhā gajānāṃ, aṣṭvānāṃ rathānāṃ ca, pattināṃ
tu catvāriṇcaṭ koṭayaḥ, catvāraḥ sahasrā⁹³ bhūpānāṃ. tena ca kṛitāḥ
pratigrāmāṃ Jinaprāsādāḥ, pravartitāḥ prativarshaṃ rathayātrātir-
thayā(trā)di-mahāḥ, muktāḥ sarvagrāmeṣu karāḥ.
- 385 anyadā kevali samāyātaḥ, gato vandanārthaṃ rājā⁹⁴, cṛutā dharmā-
decanā, papracha ca kevaladharam iti: »bhagavan! kena pūnyena sam-
pado 'dbhūtā jātaḥ?, kena karmaṇā sanudrapatanam? mainikatvaṃ⁹⁵
kiyatkālaṃ cūkatvaṃ ca jātam? Ananagasenāyāḥ kenā 'pi^{95a} karmaṇā
ga 6^a nīkātvaṃ ca?« kevali prāha: »cīṇu, rājan! Iīma(va)dbhūmau
390 Sudattagrāme Dhanadattaḥ kauṭāmbiko 'bhūt, catasras tasya bhā-
ryāḥ, sa ca pūrvam dhanavān api kālena vidhivaçān nirdhano jātaḥ;
anyadā mārga caurair apahrītavastrāç catvāro munayas tatrā 'gataḥ,
Dhanadattena bhadrake(tu)tayo 'dāratayā ca prāñcukāni⁹⁶ cītalakālapari-
bhogyāni svaprāvaraṇavastrāṇi catvāri çraddhāciçayāt⁹⁷ tebhyo da-
395 ttāni, bhāryābhir anumodanā kṛitā; Dhanadattajīvas tena pūnyena
rājā jātaḥ, mahārājyacatusṭṭayasvāmī, vastrapātradānāt tava ratna-
pauçakaṃ dhanadhānyamaṇikanakacināñcukakṣīrodakaratanakāmbala⁹⁸-
prabhrītivastūnāṃ sarvadā-sa(m)pādakaṃ jātam. ekadā pūrvabhava
tvayā »mainikā iva malinagātrā ete munaya«^{iti} jugupsā⁹⁹ kṛitā, tena
400 karmaṇā minodare ushītas⁹⁷ tvam, kīyaṃtam api kālaṃ mainikagrihe
sthītaḥ ca. itaḥ ca bhavāt sahasratame bhava ekah⁹⁷ cūkas tvayā paṃ-

⁹¹ akshohinī Cod., und ebenso auch v. 603. ^{91a} als Vordersatz zu fassen? es fehlt da ein yadā. ⁹² Viraseno ist hier überflüssig. ⁹³ sahasra als mascul.! catuṣsahasra-bhūpānāṃ ādhipatyam prapālayan v. 635. ⁹⁴ rājā Cod. ⁹⁵ mainikatvaṃ (oder °ktvaṃ) Cod. ^{95a} api sollte vor kena stehen, oder ganz fehlen. ⁹⁶ prāsukāni Cod. ⁹⁷ cūddhāniçayāt Cod. ⁹⁸ s. Z. 136. ⁹⁹ jugṣā Cod. (gs als Ligatur); vāraṃ2 jugupsitāḥ v. 668.

jare kshiptaḥ, tena pāpenā 'trā 'pi bhavē cūkatvaṃ prāptaṃ. Anamga-
senayā ca pūrvabhavē kācit sakṣi atyadbluataḥcīṃgārā⁸⁷ »aho! gaṇike
'yam« iti hasitā, tatkarmanā 'sau vecyā jātā. tvaṭpūrvabhavabhāryā
vastrapātrānumodanayā Madālasādyāḥ saubhāgya¹⁰⁰ rūpaguṇalakṣhaṇa- 405
sāmpūrnā inās tavā 'trā 'pi priyāc catasro jātā(h)«. iti cṛtvā rājā-
dayo vairāgyaṃ āpannāḥ, svasutāya¹⁰¹ rājyaṃ da(t)tvā pravrajyāṃ ja-
grihuḥ, tapas taptvā devā abhūvan, tatac cyutvo 'tpadya Videhe muk-
tiṃ yaśyaṃti.

iti vastrapādānaphale cṛiUttamacaritrakathānakam.

410

Wer gläubig reine Kleider an die Frommen giebt, | kann wunder-
samen Glückes theilhaftig werden, wie Uttamacaritra. ||

König Makaradhivaja in Vāṇarasi und Königin Lakṣmivati hatten
einen Sohn Uttamacaritra¹. Der war schon als Kind mitleidig, wahr-
haftig, anständig, freigebig, ein Bruder fremden Frauen gegenüber,
genügsam, den Göttern und Lehrern ergeben, hülffreich, spendend,
in allen Künsten geschickt, von überaus herrlicher Gestalt. Einst
machte er sich auf in die Fremde, um sein Glück zu versuchen.
Nach einer Weile kam er eines Nachts zum Citrakūṭa². Da herrschte
König Mahāsena, Herr über die Lande Medapāṭa, Mālava, Sapāda-
lakṣha, Marumaṇḍala, Mahārāṣṭra, Kārṇāṭa u. s. w.³, ein gläubiger
Anhänger des Jina. Obschon dem Hausleben abhold pflog er, da er
keinen Sohn hatte, seines Reiches, irgend einen trefflichen Mann

¹⁰⁰ bhāgye Cod. ¹⁰¹ die Construction ist hier höchst auffällig; zu svasutāya und da(t)tvā erwartet man den Singular des Verbums, resp. Uttamacaritraḥ als Subject; statt dessen folgt der Plural: jagrihuḥ. Ebenso auch in B: rājyaṃ da(t)tvā svaputrāya pravrajyā(m) jagrahur mudā | svasvabhāryāyutāḥ sarve cāritra(m) pratipāya ca || 683 ||

¹ wörtlich: von höchster, trefflichster Handlungsweise.

² »Berg in Bandelakhaṇḍa, heut zu Tag Kāntā genannt« Pet. W.; »Chitarkot, hill and place of pilgrimage in Banda District, NW. Prov., distant 71 miles from Allahābād and 42 miles from Banda« HUNTER, Imperial Gazetteer of India 2, 446.

³ in der gleichen Aufzählung am Schlusse fehlt das Marumaṇḍalam. B. hat hier nur Medapāṭadidecānam, am Schluss dagegen neun Namen, darunter die obigen, ausgenommen Sapādalakṣha. — Medapāṭa (Meha°, °pāṭa var. l.) erscheint im Romakasid-dhānta bei AUFRECHT Catalogus zu dreien Malen, zuerst als im westlichen Indien belegen, sodann als unter dem Einfluss des Mondes, resp. des Arcitenens stehend. Nach BÜHLER's freundlicher Mittheilung = »Mewad, mit der Hauptstadt Udepur« [s. HUNTER 9, 163]. Über diese »Meds« s. ELLIOT hist. of India 1, 519 fg.; Indische Streifen 2, 403; Indische Studien 16, 332 (im zehnten aṅga, neben den Pahlava). — Über das bisher unbekannte Sapādalakṣha (125000) bemerkt BÜHLER: »kommt bei den Jaina mehrfach vor, bedeutet: 125000 Dörfer [cf. Z. 381] und ist Name eines Districtes, welcher Jipur, Kishgarh, Ajmir u. s. w. einschloss, mit der Hauptstadt Çākambhari, Sāmbhar« [s. HUNTER 8, 150]. — Die anderen obigen Namen sind bekannt.

herbeiwünschend, der die Last der Regierung (statt seiner) tragen könnte. Einstmals, zu einem Ausritt seinem Gefolge zu Liebe sich herbeilassend¹, bestieg² er ein mit allen guten Anzeichen versehenes, schwarzes Füllen. Das ging aber nicht vorwärts. Niemand wusste den Grund, wen der König auch frug. Da kam gerade Uttamacaritra dazu und sagte: »König! es trinkt Milch einer Büffelkuh, die ihm Blähung macht. Drum kann es nicht fort.« Als der König dies hörte, sagte er: »Lieber! wie weisst Du das?« Er antwortete: »auf Grund³ meiner genauen Kenntniss der Pferde«. Da sprach der König: »dies ist richtig. Die Stute, Mutter dieses Füllens, ist gestorben. Drum wird ihm die Milch einer Büffelkuh, die ihm Blähung macht, zu trinken gegeben. So heisst es ja:

Die Bräuche verrathen die Familie, die Sprache verräth die Heimath |

Verwirrung verräth Zuneigung, und der Leib die (genossene) Speise. ||

Lieber! ich sehe, Du bist irgend ein Königssohn. So habe die Güte, nimm dies mein Reich an; ich möchte die Weihe als Jaina-Asket nehmen«. Der Prinz sprach: »Vater! jetzt bin ich aus verschiedenen Gründen im Begriff weiter zu ziehen. Wenn ich wiederkomme⁴, werde ich Deinen Befehl ganz erfüllen.« So gesprochen habend, machte er sich Nachts wieder auf und kam nach der Stadt Bhṛigukacha⁵.

Da machte sich gerade ein Seefahrer, Kuberadatta, auf nach der 1800 yojana entfernten Insel Mugdha⁶, und der Prinz in seiner Begier fremde dvīpa zu sehen, stieg auch auf das Schiff desselben.⁷ Darauf nach einigen Tagen, auf halbem Wege, da das Wasser im Schiff karg ward, hielt das Fahrzeug irgendwo an einer wüsten Insel an. Die Leute stiegen alle an's Ufer und holten Wasser ein. Da kam ein Menschenfleischfressender Rākshasa, Namens Bhramaraketu, umgeben von einem Gefolge von 60000 Rākshasa⁸, dahin, und nahm alle Leute fest. Einige entkamen und stiegen auf das Schiff⁹. Der Prinz aber,

¹ eigentlich: bei einem Ausritt angelangt; vāhyāli allein wäre wohl: Ausgang, aṣvavāhyāli also: Ausritt; BÖRTLINGK fasst es als: Stall für die Reitpferde und vergleicht vāhyālibhū Marstall Hem. Pas. 2, 22 ed. JACOBI. bāhyālyām ekadā rājā bahupumbhir virājitaḥ, v. 37. ² eig.: reitet er; samāruhya v. 37. ³ parikshākūṣalo 'smy ahaṃ B. ⁴ eig. mich (wieder her) wende.

⁵ »n. pr. eines heiligen Platzes am nördlichen Ufer der Narmadā« PET. W., »about twenty miles from its mouth« HUNTER (u. BROACH); das alte Emporium Barygaza.

⁶ nach B. im Javaṇa (Yavana)-Meer gelegen, mit der Hauptstadt Lamkā (!): .. mugdhābhido mahādvipah | Javaṇodadhimadhyagataḥ (! o to) Lamkā yatrā 'sti sārāpuri (v. 51).

⁷ in B. sind es 500 Schiffe: praudhapotapamcaṣṭaiti saha (v. 49); dies passt hier nicht recht; ist aus dem weiteren Verlauf der Erzählung (s. Z. 47) hieher gekommen.

⁸ in B. kommt Bhram. allein, wird aber als der Herr von 60000 rāksh. bezeichnet, itasaḥ (itaḥ ca?) rākshasaḥ ko 'pi drishtaḥ sāmyātrikair janaiḥ || 57 || spāṣṭam shashṭisahasraṇām rākshasānām adhiçvaraḥ.

⁹ kecin naṣṭāḥ samārohan potamadhyam bhayāturan (o rāḥ) || 59 ||

mit seinem Anderen zu helfen bereiten Herzen, muthig und heldenhaft, kämpfte mit dem Rākshasa Faust gegen Faust, Schwert gegen Schwert, Pfeil gegen Pfeil¹ und befreite alle die Schiffsleute. Alle die Schiffsleute kamen (auf das Schiff)² zurück. Der Prinz, ganz allein mit Jenen kämpfend, überstieg die höchste Stufe³. Besiegt floh Bhramaraketu und ging ab. Und als nun der Prinz nach dem Ufer kommt, da waren alle die Schiffsleute fort. Da dachte der Prinz: »Die Undankbarkeit der Schiffsleute! dass sie, obschon durch mich von dem Rākshasa befreit, mich allein hier zurücklassend fortgegangen sind! Oder vielmehr, ist dies (wirklich) der Fehler dieser von Furcht Verwirrten? irgend eine von mir selbst, in einer andern Geburt gethane böse That trägt hier die Schuld.« So pflanzte er denn am Meeresufer eine Flagge, das Zeichen eines schiffbrüchigen⁴ Kaufmanns, auf und nährte sich von Waldfrüchten. Einst nun suchte die auf der Insel hausende Fee den wundersam schön gestalteten⁵ Prinzen zu verführen; er aber, fremden Weibern abgewandt, liess sich nicht erregen. Da veranstaltete sie, hoch befriedigt, einen Regen von je 12 koṭi Gold(stücken) und edlen Juwelen⁶.

Da kam (ein gewisser) Samudradatta⁷, der mit 500 Fahrzeugen nach einer andern Insel fuhr, das Flaggenzeichen sehend, dorthin, und liess den Prinzen mit diesen seinen Goldstücken und Juwelen in ein Schiff steigen.⁸ Als nun die Fahrzeuge mitten im Meere dahinfuhren, entstand nach einiger Zeit Wassermangel⁹ und den Leuten wurden Kehle und Gaumen trocken. Da sprach der Steuermann: »He! wenn das Fluthwasser sich wendet, wird hier ein (sonst) durch das Wasser verdeckter¹⁰, aus Jalakānta bestehender Berg¹¹ sichtbar werden.

¹ zu muṣhṭāmushṭi etc. s. Campaka 144.

² hier ist in A. eine Lücke; B. (v. 69) hat resp. gar nichts Entsprechendes.

³ d. i. leistete Unglaubliches; »mit Jenen«, nämlich den rākshasa.

⁴ tataç ca kumāras tatra jaladhes taṭam āyayan | bhagnapotavaṇig (mit virāma)-
cihnam dhvajam kṛtvā sthitaḥ sudhiḥ || 82 ||

⁵ man möchte dies Beiwort eher für die Fee angegeben sehen; indessen v. 84 spricht auch von der Schönheit des Prinzen, durch welche sie: kāmāragātūrā ward.

⁶ pratyeṣam ratnasvarṇāṇām koṭir dvādaçaśamkhyakāḥ | vavarsha kumārasya 'gre
gatā ca svācraṇam suri || 96 || zu svarṇa. Goldstück, s. Campaka Z. 221 (meine Übersetzung des Wortes daselbst als Substantiv ist somit richtig, und dasselbe nicht als Adjectiv zu fassen; es ist resp. daselbst ein ca zu ergänzen).

⁷ itaḥ kiyaadbhir divasaiḥ Samudradattābhidhaḥ ko 'pi samudramārgaḥ | samāyayan paṃcaçatapramāṇaiḥ potaiḥ sametaḥ parivārasāraḥ || 98 ||

⁸ apūrvasvarṇaratnādīṣamṇutaṃ kumāram varam | ārohayat pravahaṇam, v. 102.

⁹ pāṇiyam truṭitām sarvaṃ jātāç cimtātūrā janāḥ || 103 ||

¹⁰ jalakāntamayo nirāspashtaḥ sphatikaparvataḥ v. 106; zur Zeit der Fluth geht das Wasser über das Felsenriff hinweg, nur zur Zeit der Ebbe ist es frei.

¹¹ die Felsen im Meere heissen stets Berge; es sind resp. nach der Sage die ehemals mit Flügeln versehenen Berge, welche nach deren Verlust in's Meer stürzten.

Und da ist ein unergründlicher Brunnen mit sehr süßem Wasser. So habe ich nach einer Schiffersage gehört. Da können wir die Fahrzeuge halten lassen und Wasser holen. Aber der Ort gehört dem Rākshasa-Fürsten Bhramaraketu. Aus Mitleid mit den Seefahrern haben die Meeresgottheiten diesem Rākshasa-Fürsten das Versprechen abgenöthigt: »Du darfst nur die an's Ufer gestiegenen Leute fressen; nicht die auf den Fahrzeugen Befindlichen.« Und er lässt von dieser Abmachung nicht, auch wenn es ihm an's Leben geht. Er schweift aber nach Belieben überall umher.« Bald nachdem der Steuermann dies gesprochen, wandte sich das Fluthwasser, es kam der Jalakānta-Steinberg hervor, und in dessen Mitte war ein grosser Brunnen sichtbar. Die Leute stiegen aber doch nicht aus den Schiffen, um Wasser einzuholen, indem sie dachten: »der Tod durch Durst ist besser als das Zähneknirschen des Rākshasa«¹.

Da band der Prinz den Köcher um, spannte, mitleidsvollen Sinnes, seinen Bogen bis zum Ohr und sagte: »eilt euch, he, eilt euch, das Wasser einzuholen. Fürchtet euch nicht, fürchtet euch nicht, wenn ich als Schützer da bin, vor dem Rākshasa. Auch vor Çakra brauchtet ihr euch nicht zu fürchten.« Er stieg aus dem Schiff und trat zu dem Brunnen. Die Leute aber, nun voll Zuversicht aus den Schiffen gestiegen, gingen nach dem Brunnen hin², indem sie, um das Wasser einzuholen, Schöpfemer, Krüge, Töpfe und derlei Gefässe³, und Hunderte von festen Stricken mitnahmen. Als nun alle Leute, zusammengedrängt, nach Hineinwerfung eines mit vielen festen Stricken vorn befestigten Wassereimers⁴, eifrig sich vordrängend Wasser zu trinken hofften, da sahen sie nur so viel Wasser, als gerade für vier Schlucke ausreichte. »Ach dadurch wird nicht einmal für einen einzigen Menschen der Durst gelöscht, weit entfernt davon, dass man eine Tonne⁵ u. dgl. damit füllen könnte! Ist hier das Wasser selbst so karg, oder ist da irgend eine andere Ursache?« (So dachten sie.) Aus Furcht vor dem Rākshasa aber ging nicht Einer in den

¹ no 'ttaramṭi param kepid(cid!) rākshasasya bhayāḥ janāḥ | varam pipāsayā mṛityuḥ na tu rākshasabhakṣanāt || 116 || das blosse Zähneknirschen würde nicht gerade viel besagen, gemeint ist natürlich das Knirschen der Zähne des Rākshasa beim Verschmausen seiner Opfer; y/kard wird im Übrigen sonst nur von dem »Knurren der Eingeweide« gebraucht. BÖHTLINGER schlägt daher vor: mardanāt zu lesen.

² eig. in die Nähe des Brunnens, kūpaṃ prati v. 120; kaṇṭha »unmittelbare Nähe« Pet. W.; s. noch ZACHARIAE Beiträge zur ind. Lexicogr. S. 15. 34.

³ B. hat nur jalapātrāṇi v. 120: — brūḍadvakrā »eintauchend krumm« = Schöpf-eimer? oder ob etwa: »brūḍadvaktrā« zu lesen, »eintauchenden Mund habend«?

⁴ amatra ist bis jetzt nur im Veda nachgewiesen, s. Pet. W. B. hat auch wieder nur: jalapātrāṇi und: bhāṇḍāni (v. 122).

⁵ ? gūḍhodaka »wo das Wasser versteckt, verborgen ist«, also ursprünglich wohl eine Cisterne.

Brunnen hinein, um nach der Ursache zu sehen, obschon Jeder einzeln achtungsvoll, unter ehrerbietiger Darbietung vielen Geldes¹, dazu gegangen wurde². Als der Schiffsherr dadurch in Sorgen verloren war, liess sich der heldenhafte Prinz, obschon ihm die Anderen wehrten, aus Mitleid mit den Leuten, an einem Stricke³ in den Brunnen hinab. Da sah er⁴, dass trotz der Wasserfülle nur wenig Wasser durch die Löcher eines darüber befindlichen goldenen Netzes in den Wassereimer lief. Da dachte der Prinz: »aha! das ist ein Kunstgriff irgend Jemandes«, beugte die goldenen Maschen (?) hin und her abwärts⁵ und machte ein grosses Loch. Da tranken die Leute, eifrig seinen Muth, seine Hülfsbereitheit und sonstigen Tugenden preisend, das Wasser und füllten alle die in den Schiffen befindlichen Brunnengefässe⁶.

Der Prinz aber sah in der Brunnenwand eine Thür⁷ und dahinter Treppenstufen und dachte: »ich will doch aus Neugier auch dahin gehen; vielleicht kann ich da Jemandem helfen«. Er trat darauf hinein und sah einen aus Juwelen gebauten Palast. Und im ersten Stockwerk sah er eine alte Frau, und die sprach: »He, du Verlorener⁸! weshalb und durch wessen Kraft bist du hierher gekommen? weisst du nichts vom Rākshasa Bhramaraketu?« Der Prinz sprach: »ich kenne ihn. Aber ich würde auch Garuḍaketu (Vishṇu)⁹ besiegen. Was ist da von

¹ mānana, cf. Z. 413 *suvarṇapañcaṣaṭi-mānanena*; nom. act. von dem Denomin. mānay.

² *bahudravyapradānena ko 'pi prakshapyate(!) naraḥ | kūpamadhyād yathā sarvaṃ kardamaṃ hi vyapohati || 128 || evaṃ vimṛṣya sakalair janaiḥ naraḥ ko'py avivadal (?) lobhī | dāsyāmo draviṇaṃ aho manomataṃ te, na samdeha(h) || 129 || gatvā gādhe mahākūpe kardama(m) tvam paraṃ (parā-?) kuru | yathā sāmyātrikāḥ sarve lokāḥ syuḥ sukhinaḥ kṣaṇāt || 130 ||* ob prakshapyate von prakṣhā, wird »angebrannt« d. i. zu verleiten versucht?

³ wörtlich: durch Hangen an einem Strick; diese Angabe fehlt in B., wo bloss praviṣat kūpam v. 132 (anders unten v. 194).

⁴ als er die Hälfte des Brunnens erreicht hatte; *ardhakūpe samāyāte, dadarṣa kumāro varaṃ (°rah) | jālikāṃ madhya(°dhye) hemasya 'jñātaṃ ta(t)tvam mayā 'dhuṇā || 133 || kūpe 'tra pracuraṃ vāri. jālikāṃtargataṃ jalam | grīhituṃ cakyate nai 'va, vijñānaṃ kim api 'hi ('ha) tat || 134 ||*

⁵ .. *svaṇakambā itas tataḥ | vinamadhyā(°mayya!) viśāṃ tu dvāraṃ cakre kumārakāḥ || 135 ||* Das Wort kambā ist anderweit unbelegt, cf. aber kambī kavi Löffel, kambu Muschel; es bedeutet somit wohl etwa: ausgehöhlt, mit einer Höhlung versehen; ob etwa auch kavi, kavikā, °kā Gebiss eines Zaumes herzugehört?

⁶ zu nāndibhājane cf. nāndipaṭa und nāndimukha Brunnendeckel Pet. W.; also wohl nāndi = Brunnen, als »erfreuend, erquickend?« B. hat bloss bhājanāni v. 137.

⁷ vergl. hierzu die ebenfalls in eine unterirdische Welt führende Felsthür in Sindhāsanaḍv. 19, s. Ind. Stud. 15, 378.

⁸ eigent.: du, dessen puṇya-Werke und dessen caturdaṣi-Feiern zu Grunde gegangen sind; B. hat: *re puṇyāhina nirbhāgya* v. 153.

⁹ der Prinz ist tollkühn, er fürchtet sich nicht vor Indra (Z. 64) noch vor Vishṇu; bei den Jaina stehen die Götter ja freilich überhaupt nicht gerade in hohem Ansehen.

Bhramaraketu zu sagen! Mütterchen! ich bin muthig, nur kraft meines Armes hierher gekommen, um Neues zu sehen. Sag, wem gehört dieser Platz? wer hat den Brunnen machen lassen? und wessen ist dieser Palast? und wer bist du?« Sein zuversichtliches Wort hörend sprach die Alte: »Juwel aller Muthigen! höre! hier in der nahen Rākshasa-Insel Laṅkā ist Bhramaraketu König der Rākshasa. Der hat eine himmlisch schöne Tochter Madālasā, aller 64 Künste¹ kundig, deren Glieder mit allen Schönheitszeichen eines Weibes geschmückt sind. Einst frug er einen Zeichendeuter: »wer wird wohl ihr Freier sein?« Der sprach: »ein Erdenwandler², ein kshatriya-Jüngling; und er wird den Norden bis zur Kette des Himavant und den Süden bis zu den Inseln Laṅkā u. s. w. beherrschen, als Oberkönig der Grosskönige, und als auch für die Vidyādhara etc. zu ehren«. Als Bhramaraketu dies hörte, wurde er im Herzen betrübt, und um das Wort des Zeichendeuters hinfällig zu machen, machte er mitten im Meer hier auf dem Berge, der (nur) hie und da sichtbar wird, hie und da durch das Fluthwasser unsichtbar ist³, mitten im Brunnen eine Thür, baute hier den Palast, und deponirte das Mädchen. Und als Zaubermittel⁴ gab er ihr fünf Kleinodien, zur Hülfe in der Zeit der Noth. Ich bin ihre Dienerin. Die von Bhramaraketu gesandten Gegenstände zum Essen etc. kommen durch den Brunnen⁵; und weil sie in das Wasser fallend schmacklos sein oder zu Grunde gehen würden, ist das goldene Netz über das Wasser gebreitet. Vor einem Monat⁶ frug der Vater nochmals einen anderen Zeichendeuter: »wer wird der Jungfrau Freier sein?« Auch der sagte ganz ebenso. Bhramaraketu frug: »woran ist er kenntlich?⁷« Der Zeichendeuter sprach: »der dich

¹ dies ist (ebenso in B. v. 161) brāhmanisch; die Jaina haben 72 kalās.

² so auch v. 165, s. resp. Z. 336. 339; also als ob Laṅkā gar nicht zur Erde gehöre? oder besser, es steht bhūcara hier bloß für Mensch, dem rākshasa gegenüber, denn schon in der nächsten Zeile erscheint ja Laṅkā direct als Theil der Erde.

³ s. die Note zu Z. 52; der »Berg« ist eben nur ein Riff; vārdhau velāgate nire jalasphāṭakaparvataḥ | tatrā gādhe mahākūpe rakshayāni svakanyakam || 169 ||

⁴ so allein scheint mir der Text verstanden werden zu können. B. freilich liest mohana und zieht dies zum Vorhergehenden: kanyam mohana mohana tadrakṣārtham aham sthita || 70 || bhinnaprabhāvaṇi pañca ratnāni dattavān | vishamayam dīḍayām hi sarvakāryakarāṇi yat || 71 || Der Sinn ist dann: er deponirte das Mädchen (da) thörichter Weise. Es sieht dies wie eine Correctur aus, die sich B. dem Text gegenüber, etwa weil er ihn nicht verstand?, erlaubt habe. Die Angabe wiederholt sich daselbst nochmals in v. 172: sarvaṁ pūrayate prityā pitā mohavimohitaḥ.

⁵ wörtlich: mitten im Brunnen.

⁶ ? māsat pūvam; ob: ehe ein Monat vorüber war? B. hat: punar māse gate, was als besser erscheint.

⁷ in A. steht: »wie heisst er?« es folgt aber in der Antwort kein Name, sondern nur ein Wahrzeichen, woran der Freier zu erkennen ist, ein abhijñanam, und so liest B. Entweder also auch eine Correctur, wie soeben, s. Note 4, oder B. hat hier

besiegen wird, wenn du gehst die Schiffsleute auf der wüsten Insel mitten im Meere zu fressen.« Und dies ist vor einem Monat¹ so geschehen. Seitdem ist sein Zorn verdoppelt, und er sammelt jetzt alle Rākshasa-Schaaren, um Jenen auf der wüsten Insel zu vernichten. Ich weiss nicht, was nun werden soll.« — Der Prinz dachte: »Diesen Bhramaraketu also habe ich dort besiegt! so ist dies hier Feindesland. Das Geschlecht der Rākshasa ist mit Zaubertrug bekannt. Ich muss hier achtsam sein!«

Da kam gerade das himmlisch schöne Mädchen Madālasā herbei. Beim Anblicke ihrer beiderseitigen Schönheit wurden sie Beide von Liebe ergriffen², und er vollzog mit ihr sofort die Ehe nach dem Gandharvabrauch. Darauf nahm er den Korb mit den zauberkräftigen fünf Kleinoden, welche die fünf Elemente darstellten und denen die Gottheiten derselben innewohnten, die Madālasā und ihre Dienerin mit sich, ging in den Brunnen, und kam mittelst des Strickes³ wieder hinaus. Da ward er von den Schiffsleuten, die mit den Worten »was ist das?« vor Staunen ihre Schritte beschleunigten und ganz bestimmt meinten: »er ist ein Gott, kein Mensch«, ehrerbietig begrüsst; und es bestiegen nun (Alle) das Schiff, Samudradatta, Uttamacaritra etc. Als darauf nach einigen Tagen das Wasser wieder ausging, waren die Leute (wieder) sehr bedrängt. Da sprach Madālasā: »Liebster! höre die Zauberkraft der fünf Kleinodien in meinem Schmuckkorbe⁴. Das erste Kleinod ist von der Erdengottheit bewohnt; wird es nach vorgängiger Verehrung gebeten, giebt es nach Wunsch täglich⁵ aus Juwelen und Gold bestehende Gefässe aller Art, Töpfe, Schalen⁶, Krüge, Wasserkrüge und dergl.; ebenso Lager, Sitze und dergl.; ebenso Kornarten wie kalama, sugandhi⁷, Reis, Bohnen, Waizen und dergl.; ebenso glänzende werthvolle aus Gold und Juwelen bestehende Schmucke, wie

wie dort einen anderen besseren Text vor sich gehabt. rākshasaḥ prāha: bho vidvān abhijñānam katham mayā | jñāsyate mama kanyāyāḥ pates, tat prakāṣṇam vada || 177 ||

¹ māsāt pūrvam wie oben; hier auch in B. so (v. 180).

² B. sagt dies nur von dem Mädchen aus: rūpaṃ dṛṣṭvā kumārasya samjātā rāgavihvalā || kṛtāṃ tattraī 'va gāṇḍharvavivāhavidhinā tayā | sākshikāṃ vṛiddharākshasyāḥ pāṇigrahaṇam ādarāt || 184 ||

³ hier hat auch B. den Strick ganz ebenso wie A. (rajjuprayogena v. 194, anders v. 132).

⁴ cf. Kathāsaritsāg. 29, 43 fg., wo es sich um fünf eben solche, ebenfalls in einem Korb befindliche yantrīn handelt, welche der Somaprabhā, Tochter des Maya gehören (Tawney transl. 1, 259).

⁵ yācyate »wird es gebeten«, als conditionaler Vordersatz, ohne yadi; ebenso im Verlauf: — tad (yad!) bhakt(yā) pūjitaṃ datte, tat sarvaṃ gr̥yātāṃ vibho || 202 ||

⁶ gujṛ. kaṃeola a little metal vessel to hold rice; ebenso mahṛ. kacoleṃ.

⁷ kalama, eine Reiserart Pet. W.; zu sugandhi cf. sugandhika, °dhaka eine bestimmte Körnerfrucht Pet. W.; sugandha-çāli-godhūma-mudga-māśhādikāni ca || 204 ||

Ringe, Armreife, Fussspangen, grosse und kleine Perlenschnüre¹; — das zweite ist das Wasser-Kleinod; wird es in der Luft gehalten², entsteht, nachdem man es geehrt hat, Regen nach Wunsch, auch wenn es nicht die Zeit dazu ist; — das dritte ist das Feuer-Kleinod; wird auch dies ebenso in der Luft gehalten, so entsteht darunter, ähnlich einer Sonnen-Mahlzeit³, ohne Brennholzer, ohne Feuer, eine Mahlzeit, welche das Herz erfreut, durch schmackhaften süssen Reis, Graupe⁴, allerhand gekochte Speisen und verschiedene Würzen; — das vierte ist das Wind-Kleinod; wird auch dies ebenso in der Luft gehalten⁵, so entsteht nach Wunsch von Ost oder West her ein weicher, angenehmer, feuchter Wind, aber nach Wunsch auch ein heftiger, widerwärtiger; — das fünfte ist das Äther-Kleinod; wird es unter (gebührender) Verehrung gebeten, giebt es leuchtendes Licht (und) dünne⁶, feinen Göttergewändern ähnliche Zeugstoffe, Seidenzeuge (?), reizende wollene Tücher und dergleichen verschiedene Gewänder. So komm denn jetzt den Leuten mit ihnen zu Hülfe.^a Dieses Wort seiner Liebsten hörend⁷, ehrte der Prinz erfreut das Wasser-Kleinod und band es an einen Brunnenpfosten. Da entstand ein Wolkenregen. Sämmtliche Wassergefässe wurden gefüllt. Die Leute waren froh. Als (dann) einst das Getraide ausgegangen war, füllte der Prinz durch die Kraft des Erden-Kleinods die Getraide-(Vorräthe). Wieder ein ander Mal, als das für das Kochen der Speisen nöthige Brennholz ausging, machte er die Leute durch Kochen ihrer Speisen auch ohne Brennholz mittelst des Feuer-Kleinods glücklich. Eines anderen Tages gab der Prinz mittelst des Äther-Kleinods den Schiffern Kleider, Milch, Wasser⁸ u. s. w. Da waren alle Leute in Bezug auf Speise, Kleidung etc. aller Sorge leer und glücklich, und ehrten den Prinzen mit heftigem Verlangen ihm zu dienen⁹.

Einstmals aber warf Samudradatta, voll Missgunst, begierig das herrliche Weib für sich zu nehmen, ein Ausbund aller Undankbarkeit,

¹ hāra Perlenschmuck aus 108 (64) Schnüren, ardhahāra aus 64 (40) Schnüren; s. Pañcadāṇḍach. p. 30. ² gagane dhṛiyate yadā v. 207. ³ d. i. reifen Früchten? So nach BÖHTLINGK, der mich für rasavati, Mahlzeit, auf Hem. Par. I, 124. 3, 88. 6, 46. 8, 288 verweist. ⁴ gespaltene Hülsenfrucht, Graupe, BÖHTLINGK kl. W. B.; çāli-dāli-ghṛitapluṭā v. 209. ⁵ caturthaṃ vātaṛatnaṃ tu dhṛitaṃ ākācamamḍale | anukūlo mridur vāti vāyur dehasukhāvahaḥ || 210 || ⁶ oder: »giebt es, als leuchtendes Licht, dünne...?« so B.: dedīpyamānam ākāce ratnaṃ pañcamakam punaḥ | sarvāmdhakārahartā(°ṭṛi) syāt tathā vastrapradāyikam || 212 || BÖHTLINGK schlägt vor: tegodedīpyamāna° mit dem Folgenden zu verbinden: wie Licht leuchtende feine... ⁷ von hier ab (v. 222) bis zu der Anwendung des Äther-Kleinods (v. 224) ist in B. eine Lücke, obschon die Zählung der Verse darin ruhig weiter fortgeht (vv. 222, 223 enthalten Reflexionen). ⁸ »Milch, Wasser u. s. w.« gehört eigentlich doch nicht in den Kreis des Äther-Kleinods, B. hat auch nichts davon, sondern nur: vastāny anekaḥ v. 224. ⁹ für hevākin hat das Pet. W. nur einen Beleg aus der Rāja Tar. (4, 371), und vergleicht dazu mehr. hevā heftiges Verlangen.

alle Scham bei Seite lassend, auch die Furcht vor der andern Welt nicht achtend, den Prinzen Nachts in das Meer Da entstand ein grosses Halloh unter den Leuten, und Madālasā weinte laut. Ihre Slavīn aber sprach zu ihr, die zum Sterben entschlossen war: »Herrin! was willst du eines thörichten Todes sterben? Dies ist in der Jina-Lehre verboten¹. Drum² täusche zunächst den Samudradatta durch trügerische Worte, um deine Treue zu wahren, und suche durch die Kraft des Wind-Kleinods an die dir erwünschte Küste zu gelangen. Wenn dann dort dein Gatte durch das Geschick wieder mit dir vereinigt wird, so ist Alles gut. Wenn nicht, dann kannst du die Jaina-Wanderschaft antreten.³« Dies Wort der Freundin hörend war Madālasā froh und that so.

Uttamacaritra aber war nach seinem Fall ins Meer, von irgend einem grossen Fisch verschluckt, (in ihm) zum Ufer gekommen. Und der Fisch ward da von Fischern getödtet. Der Prinz, lebend aus seinem Bauche gezogen⁴, blieb da, von den Fischersleuten als ein »grosser Mann« geehrt werdend.

Obschon nun Samudradatta seine Schiffe nach der das Ziel der Reise bildenden Insel führte, kamen sie (doch) durch die Kraft eines von dem durch Madālasā in Thätigkeit gesetzten⁵ Wind-Kleinode erzeugten Sturmes nach zwei Tagen zu einer Küste Namens Moṭapalli. Da herrschte der dem Jina-Glauben treu ergebene Naravarman, ein Muster⁶ aller Frommen. Samudradatta nun stieg, Madālasā voran, von seinem Schiff, nahm Perlen und andere werthvolle Geschenke mit sich, ging zu dem Hof des Königs⁷ und verneigte sich vor dem Fürsten. Der König aber, befriedigt, sprach nach den vorausgehenden Begrüssungen: »Lieber! was ist das für eine Frau?« Da sagte der: »Herr! sie ist herrenlos, von mir auf einer verlassen⁸ Insel gefunden. Auf dein Geheiss wünscht sie mein Weib zu werden⁹.« Als er so sagte,

¹ über das bāla-panḍiyamaranam s. Ind. Stud. 16, 436. 438. ² wörtlich: darum wenn jetzt S. von dir, um deine Treue zu w., durch trügerische Worte getäuscht wird und (wenn dann) durch ... an die Küste gelangt wird; BÖHLINGK schlägt vor, statt yat tan° zu lesen: yatnān. ³ d. i. Bettelschwester werden. ⁴ dies ist eine sehr summarische Darstellung des Jonas im Fisch, cf. Kathāsāritsāg. 74. 195 fg. ⁵ eigentlich: bedenken, yācita. Nach BÖHLINGK = dhyātamātra. ⁶ dhaureya Zugthier (cf. 353. 359), hier im Sinne von dhuraṇḍhara Spitzeführer, Vordermann (Pet. W.); s. BÖHLINGK klein. WB. sarvadhārmikadhaureyaḥ śhaḍāvaçya kakarmakṣit v. 263. ⁷ prātaḥkāle sabhāsthitaṃ v. 265. ⁸ ? an Mugdhadvipa, s. Z. 26, ist hier wohl nicht zu denken?

⁹ in B. specieller und besser: »ihr Gatte fiel ins Meer und starb; da fand ich sie, und als ich sie an mich nahm, sagte sie mir: »auf Geheiss irgend eines Königs will ich dein Weib werden. Was vor dem König geschieht, das ist fest.« asyāḥ patiḥ samudrāntaḥ patito mṛita eva ca | na-svāmikaṃ (niḥsv°?) idaṃ svāmin! strīratnaṃ jagṛiḥe mayā || 267 || eshā svikriyamāṇā 'pi purā proktavati mama | rājñaḥ kasyacid ādeḥ bhajishye tvatkalatratāṃ || 268 || rājñaḥ samakṣhaṃ yat kāryaṃ kṛitaṃ tan nā 'nyathā bhavet. Es ergibt sich so, wie sie es fertig gebracht hat, den Sam. so lange hinzuhalten.

rief sie, sich beide Ohren zuhaltend und seinen Augen gegenüber-tretend¹: »Ah! abgewehrt sei das Übel! O du arger Bösewicht! was lügst du! dies ist nicht zum Anhören«, und sprach: »Herr! dieser Bösgesinnte hat meinen Gatten in das Meer geworfen.« Da nahm der König erzürnt alles das in den 500 Schiffen befindliche Gut, that es in seine Schatzkammern², legte sein Siegel darauf und warf den bösen Samudradatta ins Gefängniß. Die Madālasā aber tröstete er: »Kind! wohne du hier als angenommene Schwester meiner Tochter Trilocanā mit deiner Freundin in irgend einem nicht weit von meinem Palaste gelegenen Hause. Gib den Armen etc. unbeschränkt Almosen. Dein Gatte wird irgendwo am Ufer gelandet sein. Ich werde mir Mühe geben ihn ausfindig zu machen³,« nahm sie als Tochter an, und gab ihr ein Haus zur Wohnung. Und da wohnte sie nun, und theilte, durch die Kraft ihrer fünf Kleinodien an Allem reich, täglich Gaben aus.

Da nahm sie allerhand für ein treues Weib übliche Beschränkungen auf sich, so z. B.: bis zur Vereinigung mit dem Gatten (gehört sich) Schlafen auf der Erde, — ist kein Bad zu nehmen, — sind gefärbte Kleider zu meiden, — desgleichen Blumen, Schminke, Salbe etc., — ist kein Betel zu genießen, — für Gewürznelken, Kardamomen⁴, Muskatnuss besteht Verbot, — ebenso für den Genuss frischer Gemüse, (sowie) von saurer und süßer Milch, von gekochten Speisen, von Zucker in Kugeln, Stücken und Gries, von Milchspeise und dergleichen wohlgeschmeckenden Gegenständen, — es ist stets nur eine Mahlzeit (täglich) zu nehmen, — am Fenster nicht zu stehen, — Hochzeiten und dergleichen (Feste) der Leute sind nicht anzusehen, — ungehörige Reden vom Liebespiel zwischen den beiden Geschlechtern sind nicht zu führen, — mit Liebesgefühlen verbundene Verse, Lieder, Gesänge, Melodien⁵ u. s. w. sind weder vorzutragen noch anzuhören, — nur an

¹ ? netramukhī fasse ich im Sinne von: (tan)netrasammukhī. Anders B.: vidhāya (pi°) karṇau hastābhyāṃ lajjayā 'dhamukhī sthitā v. 272. Dies legt nahe: nata-mukhī zu lesen.

² so übersetze ich conjecturell das sonst unbekannte Wort: vakshaskarikā; vergl. dazu Ind. Stud. 16, 411, wo vakshaskāra als Name für: Abschnitt, Buch erscheint. Wohl: etwas »an seine Brust nehmen« im Sinne von: etwas behüten. — In B. fehlt das Wort: nyāyanisṭhena ruṣṭhena rājñā potasthitam dhanam | hā hā Samudradattasya sakalam jagrihe tatali || 275 || kārāgāre cauramadhye kshipto duḥkhena jivati | yādriṣam kriyate karma tādriṣam bhujyate phalam || 276 ||

³ B. fügt hinzu: sarvato janamocanāt v. 282; — cūddhi kommt im weiteren Verlauf noch öfter so vor, s. Pet. W. cūddhi 6).

⁴ die gleiche Aufzählung auch im Pancadāṇḍach p. 27, wo aber: lavamgi-elavi-jātiphala; — elā »N. für verschiedene Species der Gattung Amomum und Elettaria, und für die Kapseln derselben mit gewürzhaftem Samen; Kardamomen« Pet. W.

⁵ ? rāsa »eine Art Hirtenspiel, ein Tanz den Kṛṣṇa mit seinen Hirtinnen aufführt; Spiel überhaupt; Geschrei von verschiedenen Seiten, Laut, Ton überhaupt« Pet. W.; cf. rāsaka »eine Art von Schauspiel« Pet. W.

Ertötung der Leidenschaft ist zu denken, — auch mit den Dienstboten etc. ist Ansprache, Gespräch etc. nicht zu üben u. s. w.¹

Einst nun gingen alle die Fischer, aus irgend einem Anlass, mit Uttamacaritra nach der Küste von Moṭapalli. Da hatte gerade König Naravarman für seine Tochter ein Haus zu sieben Terrassen² bauen zu lassen begonnen. Beim Ansehen der Schönheit der Stadt kam auch Uttamacaritra dahin, und gab den bei allerhand Gelegenheiten Fehler machenden Zimmerleuten seinen Rath, da er der Baukunst kundig war. Die ehrten ihn, durch seine Geschicklichkeit erstaunt, hoch, indem sie dachten: »ah, der Fremdling hier ist eine Incarnation des Viṣvakarman«, und liessen ihn in ihrer Nähe wohnen. Die Schiffer aber, da sie ihn nicht fanden, kehrten heim, sich selbst tadelnd³. — Einst nun kam der König dorthin, um sich das bald fertige Haus anzusehen. Da sah er den⁴ in seiner wunderschönen Herrlichkeit, an Gestalt und Eigenschaften eine Juwelengrube⁵, und dachte: »dies ist sicherlich ein Königssohn aus hohem Stamme. Darum, wenn ich ihm, dem Würdigen, diese Tochter gebe, kann ich aller Sorge baar sein.« Er rief den Prinzen heran und gab ihm zu guter Stunde mit grosser Festlichkeit seine Tochter. Der Prinz aber, nachdem er so, kraft früherer guter Werke, die Hand der Trilocanā gewonnen, wohnte

¹ In B. ist die Darstellung noch etwas detaillirter, giebt aber doch über das, was oben mangelhaft ist, keinen directen Aufschluss: satjanocitān bhartur viyogād dharmakāriṇi | jagrihe 'bhigrahān(nig?) kāñcit tad yathā kathyate sphuṭam || 283 || bhartā na milati yāvat dharāyām cayanam tathā (tadā!) | tyājyāni raktavastrāni puṣhpapatraphalāni ca || 284 || cayanam bhūmikāpīthe sijjā (cayyā) co 'tsirshakam ('cch°) vinā | tailābhyam-ganishedhas tu jalasānām tu kāraṇe || 85 || cīṃgārocitavākyaṇi kriḍādāsyavacānsi ca | vibhūshārtham cārisasya mālāpanayanam tathā || 86 || carkarā pāyasam dugdham dadhi-śamda(m) guḍo ghṛitam | cūshkārdrāṇi ca cākāni pakvānam modakādikam || 87 (86 Cod.) || evamādi parityajya rūkṣāhāram karishyate | yato hi sarasāhāre duṣhkaram cūlapālanam || 88 (87 Cod.) || ekācānena bhoktavyam prāṇadhāraṇahetave | cāriram ādyaṃ dharmasya sādhanam yena kathyate || 89 (fehlt Cod.) || vivāhādishu kāryeshu na gaṇṭavyam mayā kvacit | [na gaṇṭavyam grihe 'nye ca kautukādiddikhyā] (am Rande) || 90 (89 Cod.) || gavāksheshu na tishṭhāmi sakhibhiḥ saha lilayā | bahvāgrahe 'pi lokānam na bhoktavyam grihe pare || 91 (90 Cod.) || hāvabhāvādi kurvāṇam bahvā-bharaṇabhūshitam | paṇyāṅgaṇām ca dāsim ca na paṇyāmi parāṅgaṇam || 92 (91 Cod.) || catuḥprakāram vikathām ('rādi?) na crosyāmi svakarmayoh | cīṃgārarasasambaddham, na cīṃomi subhāshitam || 93 (92 Cod.) || vairāgyarasasambaddham gāthām kāvyam viṣeshataḥ | crotavyam yena pāpāni trutyamti sakalāny api || 94 (93 Cod.) || . . .

² sieben Etagen hoch? saptabhūmau (A) könnte ja auch Loc. eines Dvigu sein; dann fehlt aber der saṃdhi mit āvāsah.

³ weil sie ihn verloren hatten; svanindam kurvāṇā v. 314.

⁴ den Prinzen nämlich; kumāram dadṛçe rājā rūpasaubhāgyabhāsuram, v. 315.

⁵ cf. guṇaratnārohaṇabhūvali »lands which produce such gems of excellence«. Sāh. D. 221, 1 so wie ārohaṇagiriṃ (v. l. rohaṇagiriṃ) cīṃgārarasasya in Vāsavadattā 150 (prādurbhāvagiriṃ Comm.). So BÖHTLINGK. Es ist dies weit besser, als etwa an Rohaṇa »N. pr. eines Berges, der Adamspek auf Ceylon« Pet. W., im Sinne von »ein (wahrer) Juwelen-Rohaṇa« zu denken. — B. hat nur °bhāsuram, s. so eben.

gerade in eben diesem Hause, das ihm der König schenkte, sein Glück genießend.

Eines Tages sprach Madālasā zu ihrer Dienerin: »Noch immer habe ich keinerlei Nachricht über meinen Herzliebsten. Darum ist wohl anzunehmen, dass ihm, als er in das Meer fiel, ein Unheil passirt ist. Freundin! ich habe nun mittelst meiner Kleinode mannigfache Gaben gespendet, habe mit dem Aufwande von 10 Millionen an Geld Jina-Tempel bauen lassen, habe den Glaubensgenossen Liebesdienste erwiesen, die Jina-Texte copiren lassen, habe die heiligen Vorschriften erfüllt. So will ich denn nun die fünf Kleinode meiner Schwester Trilocanā geben und die Jaina-Weihe nehmen.« Da sprach die Selavin: »Herrin! gieb dich nicht der Verzweiflung hin! Die Königstochter soll jetzt einen mit allen Tugenden ausgestatteten Fremdling zum Gemahl bekommen haben. Vielleicht könnte das gerade dein Gatte sein, dessen Glücksherrlichkeit in der Welt (ja ganz) wundersam ist. Wenn du es befehlst, so will ich hingehen und nachsehen.« Darauf ging die Selavin mit Erlaubniss der Madālasā nach jenem Hause, sah dort den Uttamacaritra, konnte ihn aber nicht genau erkennen, da seine Gestalt etwas verdeckt war⁴. Nachdem sie darauf mit der Trilocanā einen Augenblick sich freundlich unterhalten, ging sie wieder zurück, und erzählte der Madālasā Alles von der Schönheit, Anmuth, Herrlichkeit etc. desselben. Da ward diese, indem sie ihn für ihren Gatten hielt, sofort von Liebe zu ihm ergriffen; dann aber wieder tadelte sie sich selbst: »ach, pfui über mich, dass die Liebe zu dem Gatten der Trilocanā (bei mir) hat entstehen können! ähnlich gestaltete Männer mag es ja tausendfach in der Welt geben! bei jeder Gelegenheit sich zu verlieben ist eine grosse Sünde«, und wandte sich dann wieder ganz der Betrachtung der frommen Pflichten zu.

Der Prinz aber frug: »Liebe! wer ist jenes Weib? sie kam gerade jetzt ins Haus und ging (wieder).« Sie sprach: »Herr meines Lebens! sie ist die Dienerin einer Fremden, Namens Madālasā, von in der Dreiwelt wundersamer Gestalt, mit der ich Schwesterschaft geschlossen habe¹.« Als er das hörte, ward er einen Augenblick voll Leidenschaft: »ist dies meine Gattin?«, dann aber wieder tadelte er sich als nach einem fremden Weibe begehrend, indem er sich sagte: »es mag

⁴ nach B. v. 343 zeigte ihn ihr die Trilocanā durch's Fenster, während er schlafend dalag (cf. v. 485; dies passt aber nicht zu Z. 220. 221!); *suptasya 'pi vapus tasya drisṭvā 'tīva manoharam | Uttamena kumāreṇa sadṛiḥo 'yaṁ vilokyate* || 344 ||

¹ in B. specieller: *pratipannā mayā pūrvam bhaginitvena he priya* || 357 || *sā tu bhartṛiviyoge 'pi duḥkhadagdā 'py aharṇaṇam | ekānte tishṭhati prāyo dharmadhyānakamānasā* || 58 || dies ist doch etwas gar zu speciell; es ist ohnehin schon auffällig genug dass Utt. (ebenso wie Mad.) die richtige Fährte so leicht aufgiebt!

noch viele Frauen geben, die sich in Schönheit, Anmuth und Namen gleich sind.«

Einst nun ging Uttamacaritra um Mittag in den seinem Hause benachbarten Tempel, um dem Jina seine Verehrung darzubringen: da verschwand er, irgendwohin gerathen¹. Trilocanā ward (schwer) betrübt.

In derselben Stadt wohnte nun auch ein sehr reicher Mann, Maheçvaradatta. Der hatte (je) 56 koṭi Goldstücke² im Schatz, auf Zins, und im Geschäft, fünfhundert³ Schiffe, 500 Lastwagen, 500 Häuser, 500 Bazare⁵, 500 Musikbänden⁴, 500 Schatzkammern⁶, 500 Kaufmannssöhne⁷, 500 Kuhlheerden, eine jede zu 10000 (Stück), 500 Elephanten, 500 Rosse, 500 Sänften⁸, 500 Sängerinnen⁹, fünf laksha (= 500000) Diener, 500000¹⁰ Söldlinge. Einen solchen Umfang des Reichthums hatte er, aber keinen Sohn. Nach einiger Zeit ward ihm eine Tochter geboren, von wunderbarer Schönheit und Anmuth, aller weiblichen Künste kundig, Sahasrakalā mit Namen. Da ward denn der reiche Mann dem Weltleben abgeneigt und dachte: »ich möchte wohl das Mädchen und mein Vermögen irgend einem passenden Freier geben und dann die Jaina-Weihe nehmen.« So frug er denn einst einen Zeichendeuter: »wer wird wohl ihr Freier sein?« Der sprach: »der da Nachricht von dem Gatten der Fürstentochter Trilocanā (bringen) und die ganze Geschichte der vom Fürsten als Tochter angenommenen Madālasā vom Anfang an im Königshofe erzählen wird, der soll ihr Freier sein; das wisse. Und zwar wird er ein Oberkönig der Grosskönige werden. Am Ende des Monats wird er hierher kommen. Lass nur alle Vorbereitungen für die Hochzeit herrichten. Es ist hieran kein Zweifel zu hegen.« Darauf erfasste jener, erfreut, die (günstige) Constellation am Ende des Monats, berief seine Leute zusammen, liess die Festschuppen herrichten, und speiste die Verwandten.

¹ gatas, tato na kenā 'pi dṛiṣṭaḥ kvā 'pi gato 'bahā || 374 ||

² śatpameçāṇa nidhāneshu śatp. kalāntare | śatp. ca vaṇijye vartante svarṇa-koṭayaḥ || 368 || vergl. hierzu, und zum Folgenden, Campaka Zeile 379 fg., wo ich kalāntare irrig durch: »in verschiedenartigem Handwerk (?)« übersetzt habe; s. Pet. W. unter kalāntara. ³ çatāni pañca potāni v. 369. ⁴ haṭṭa als Neutrum!

⁵ ?? denn: Musik-Instrumente will hier doch gar nicht recht passen! Auch B. hat v. 371 vāditra und zwar vor çrikari. — Man könnte sonst etwa an vāhitrāṇi denken, cf. Campaka 18. Aber die Schiffe waren so eben schon einmal da. Auch hat Pet. W. zum Wenigsten nur: vāhitra, nicht vāhitra.

⁶ sadvakshaskārikāṇāṃ ca tathai 'va çatapameçakam v. 370.

⁷ Kaufmannsdiener?

⁸ narayāna ein von Menschen gezogener Wagen Pet. W., Palankin BÖHLINGK kl. Wb.

⁹ ? vermuthungsweise; vaṇikputrās tu vāditra-çrikari-subhaṭa api v. 371; oder ist: çrikaraṇa, Schreibrohr, Schreibpinzel Pet. W. zu vergleichen s. Campaka 421.

¹⁰ in Zahlwörtern, nicht: fünf laksha.

Und es verbreitete sich die Kunde hiervon in der Stadt, und kam zum Königshof. Der König besonders gerieth in Staunen und dachte: »ah! glücklich dieser Maheçvaradatta, der, obsehon im Besitz solcher Herrlichkeit, doch sich der Weltentsagung zuwendet, und dem Schwiegersohn sein Vermögen übergebend die Weihe nehmen will. So will denn auch ich dem Gatten der Trilocanà, wenn er wieder zum Vorschein gekommen ist, das Königreich geben und in den (Bettel)-Wanderstand treten.« Darauf mit Maheçvaradatta zusammen überlegt habend, liess der König im Vertrauen auf das Wort des Zeichen-deuters in der Stadt durch Trommelschall verkünden: »Wer Nachricht von der Trilocanà und die ganze Geschichte der Madàlasà zur Kenntniss bringt, dem soll das Königreich gegeben werden und 1000 Jungfrauen.« Am Ende des Monates berührte ein Papagei¹ die Trommel² und sprach: »he, ihr Königsleute! führt mich in den Königshof, damit ich die ganze Geschichte dort erzähle.« Darauf voll Neugier und Staunen (von ihnen) dahin gebracht, sprach der Papagei auf Befragen: »König! lass du hier, hinter einem Vorhang³ die Madàlasà und die Trilocanà Platz nehmen, damit ich, der ich alle drei Zeiten kenne, Alles erzähle⁴.« Der König liess dies geschehen, die Städter strömten voll Neugier und Staunen herbei, und der Papagei erzählte zuerst die Geschichte der Madàlasà wie folgt: »Uttamacaritra, Sohn des Königs Makaradhvaja in Bāṇārasi, bestieg ein Schiff, ging auf dem mitten im Meere belegenen Jalakānta-Berge in einen Brunnen, heirathete in einem unterirdischen Orte die Madàlasà, Tochter des Rākshasa Bhramaraketu, Fürsten von Lāṅkā, kam aus der Thür im Brunnen durch dessen Öffnung⁵ wieder nach aussen, bestieg mit seinem Weibe das Schiff des Samudradatta, machte kraft seiner fünf Kleinode die Schiffsleute glücklich durch Wasser, Getraide, Brennholz, Kleider etc., wurde dann von Samudradatta aus Begier nach dem Weibe und den Schätzen Nachts in das Meer gestürzt und von einem grossen Fisch verschlungen. Darauf kam dieser Fisch an's Ufer; und als sein Leib von den Fischern aufgeschnitten ward, kam der Prinz lebend heraus,

¹ vergl. den verzauberten Papagei in der Kādambari.

² dies Berühren der Trommel (oder Glocke) ist ein alter Zug, der noch bis in die neueste Zeit fortgilt, s. BOWRING Kingdom and People of Siam (London 1857) 1, 422—3 »the late king placed in one of the halls near the palace a great drum in order that his subjects might have access to him«; s. auch Huc China p. 204—206. Diese Trommel oder Glocke hat resp. speciell die Aufgabe, den König zum Gericht zu rufen, cf. Turnour Mahāwanso p. 128, Ind. Stud. 3, 368. 363ⁿ, Hiuen Tshang Mém. 1, 452, sowie Gesta Romanorum (Graesse 1842 1, 206) Cap. XV., Kaiser Karl bei GRIMM Deutsche Sagen 2, 132. 307 (1818).

³ javanikā, eigentlich: yavanikā; ba(d)dhvā parichadāṃ ramyaṃ v. 410.

⁴ und Madàlasà mir als Zeugin diene.

⁵ auch wieder: dvārā, resp. Instr. von dvār.

blieb da in dem Dörfchen¹ der Fischer, kam dann einst mit ihnen hierher, erhielt die Hand deiner Tochter, und nahm hier seine Wohnung. Einst um Mittag im Jina-Tempel dem Jina seine Verehrung darbringend, entfaltete er neugierig einen inmitten der Blume befindlichen, an der Öffnung mit Wachs zugesiegelten Stengel², ward von einer Betel-Schlange³ gebissen, und fiel bewusstlos über das Blumengefäß. — O Fürst, ich habe dir die Geschichte der Madālasā erzählt und Nachricht von dem Gatten deiner Tochter gebracht. Du bist (bekannt als Einer), der sein Versprechen hält. So gib mir denn das Reich und diese Kaufmannstochter, damit ich, obschon ein Vogel⁴, eine Zeit lang die Freude der Regierung genieße.« Da sagte der König: »König (aller) Papageien! sag, was ist dann weiter dem Prinzen zugestossen? lebt er oder ist er tot? das Königreich wird dir gegeben werden.« Der Papagei sprach: »höre, König! als der Prinz, von der Schlange gebissen, hinfiel, da kam gerade eine himmlisch schöne Hetāre, Anaṅgasenā mit Namen, aus irgend einem Grunde, allein eben dahin. Und von ihr mit Wasser von dem Juwel ihres das Gift benehmenden Siegelringes besprengt⁵, lebte er wieder auf, ward von ihr gleich in ihre Wohnung geführt und genießt jetzt dort mit ihr der Freude. König! Heil sei dir! Ich will nun gehen. Ich brauche das Königreich nicht, bin mit Waldfrüchten zufrieden⁶.« Da fasste der König den Papagei in seine Hand⁷ und sprach: »König (aller) Papageien! halte noch aus⁸, bis wir ihn in ihrem Hause auffinden.« Darauf ward auf Befehl des Königs das ganze Haus jener (Hetāre) von den Leuten des Königs durchsucht. Der Prinz war aber nicht

¹ pāṭaka »die Hälfte eines Dorfes, eine Art Dorf« Pet. W.; cf. Meda-pāṭa.

² dṛṣṭvā pushpakaraṇḍake (°kaḥ Cod.) || 431 || vaṇṇasya nālikām ekāṃ madanā 'timudritā(m) | yāvād udghāṭitā tāvad dashṭas tāmbūlikālīnā || 432 ||

³ tāmbūlika heisst sonst: Betelverkäufer (Pet. W.), erscheint hier aber als Bez. einer Schlangenart, deren Biss etwa ebenso »pungent« ist, wie der Geschmack des Betels?

⁴ es erinnert dies an das Märchen von dem Frosch oder Bären oder Esel, der die Königstochter heimführt, s. GRIMM's Märchen: Froschkönig oder der eiserne Heinrich und: Schneeweissen und Rosenroth, resp. Ind. Stud. 15, 252.

⁵ s. Campaka 96. 97; — viśāpabāriratnasya saṃsikto vāriṇā tadā, v. 456, also wohl mit Wasser, das sie über ihren Siegelring hingeleiten liess.

⁶ was diesen plötzlichen Gesinnungswechsel bei dem Papageien veranlasst, ist nicht klar; s. Note 3 auf der folg. Seite.

⁷ in B. geht dies (und es ist dies besser) dem Bericht über das, was nach dem Schlangenbiss aus dem Prinzen geworden, vorher (v. 447). Am Schluss desselben spricht der Papagei seinen Wunsch aus, nun freigelassen zu werden, er verzichte auch auf das Reich etc. (v. 460). Der König aber meint (v. 469), man lasse den Arzt nicht gehen und bezahle ihn nicht, so lange sein Werk nicht ganz gethan sei; erst wollten sie nun im Hause der Hetāre nachsehen (v. 473); wenn Alles richtig sei, werde er seinen Lohn erhalten.

⁸ dhiro bhava! so nach B: kiyatkālam sthito bhava v. 470.

zu sehen. Und man frug nun (die Hetäre): »wo ist denn der Schwiegersohn des Königs?« Die¹ gab aber keine Antwort. Zurückgekehrt meldeten sie Alles dem König. Der König dachte: »hier hat sich etwas sehr Geheimnissvolles begeben. Ich muss den Papagei direct befragen.« Darauf sprach der König: »he König (aller) Papageien! was machst du uns unnütz für Noth! erzähle weiter Alles². Es giebt keinen Andern ausser dir, der diese Geschichte weiss und sagen kann.« Da sagte der Papagei: »König! (ich sehe), ich komme aus deiner Hand nicht los³, ohne dir die ganze Erzählung zu berichten. Damit denn nun Allen Freude zu Theil werde, erzähle ich Alles. Höre! da dachte Anaṅgasenā: »sicherlich ist dieser Treffliche von wunderbarer Herrlichkeit der Schwiegersohn des Königs. Er soll mein Gatte in dieser Existenz sein! Aber wenn der König es erfährt, erlaubt er ihm nicht hier zu bleiben. Ist er aber erst aus diesem Platze fort, kommt er schwerlich wieder hierher zurück. Daher will ich es so einrichten, dass er nicht fortgeht.« Darauf besprach sie ihn⁴ mit einem Zauberspruch und band (einen Faden an) sein Bein. Da ward er ein Papagei, den sie in einen Käfig that. Und sie machte ihn nun täglich, von wahnwitziger Liebe zu ihm gequält, nach Belieben durch Lösen des Bandes zum Manne, und durch Wiederanbinden desselben zum Papagei⁵. Der Prinz aber dachte: »ach! so bin ich, obschon ein Mensch, doch zum Thier geworden! Ach welche Sünde habe ich

¹ die obige Übersetzung basirt auf meiner Textcorrectur (nach B. Daselbst gehen auf den Befehl des Königs dessen Leute sofort, um das Haus der Hetäre zu durchsuchen, und als sie den Prinzen nicht finden (v. 474): »priṣṭam: kvā 'sti naremdrasya jānātā? vada sāmpratam | prichyamānā janaiḥ sarvair adhaḥ kṛtvā mukhaṁ sthitā ||475|| na dadāty uttaram veçyā.« Die Frage wird also an die Hetäre gerichtet, während im Text von A die Anrede: çuka! und das: so 'pi diese Auffassung unmöglich machen. Es ist somit çuka einfach zu streichen (das wiederholentliche çukarāja! s. 278. 285. 291, ist dem Schreiber auch hier in die Feder gekommen) und: sā 'pi zu lesen!

² agratas vorwärts (s. Z. 24), weiterhin, hinterdrein (cfr. agre Z. 278, tadagre »dahinter« Z. 81); agrato vada vṛttāntam v. 449.

³ man sieht gar nicht recht ein, weshalb sich der Papagei so lange dagegen sträubt, dies zu thun, da ihm ja doch selbst daran gelegen sein muss, dass Alles in Ordnung kommt.

⁴ in B. spricht der Prinz schon hier von sich in erster Person, obschon er noch Papagei ist. Daselbst wird im Ubrigen nicht der Prinz selbst, sondern der Faden mit dem Zauberspruch besprochen und demselben während er schläft (cf. v. 343) an das Bein gebunden: mamtrābhimaṁtrito baddhaḥ pāde davarakas tayā ||484|| prasupto 'ham na jānāmi. Zu davarā, °ka, s. skr. dora (Hāla 211), doraka, hind. daur the slings attached to a basket, dauri the rope which binds the bullocks together (Shakespeare), gujr. davar, the capstan.

⁵ guṇachoṭanālāḥ ḡghram pumānsam kurute mama (aus mir!) ||486|| .. punar davarakaṁ ba(d)dhvā māṁ çukaṁ kurute sadā .. ||488|| Zu choṭana s. 'chuṭ, cuṭ abschneiden, Pet.W.; das Band am Bein vertritt hier die Stelle der Haut in den auf der vor. Seite Note 4 angeführten Fällen.

in einer früheren Geburt begangen, oder etwa in der jetzigen?! Ha, ich hab's. Ich habe in dieser Geburt die Hand der Madālasā genommen, ohne dass mir ihr Vater sie gegeben hatte¹, und ich habe ebenso auch die fünf Kleinode genommen, ohne dass sie der Rākshasa mir gab. Um dieser beiden Sünden willen hat jener böse Kaufmann, um mir, wie ein Geier dem anderen seinen Frass abjagt, Alles: Reichthum, Kleinode, die Madālasā etc. zu nehmen, mich in das Meer geworfen, und der Fisch mich verschluckt. Ebenso habe ich bei Gelegenheit der Verehrung des Jina, obschon ich nichts Anderes (als dās) zu thun hatte, das Aufmachen des aus den Blumen hervorstehenden Stengels, dessen Öffnung mit Wachs versiegelt war, vorgenommen, was eine Strafe für Unnutz bedingte², und ist mir wegen dieser Sünde die Qual des Schlangenbisses und die Papageiengestalt, während ich doch ein Mensch bin, zu Theil geworden.« So tadelte er seine Sünden, ihrer wiederholt gedenkend. Anaṅgasenā nun brachte mit der Liebe zu ihm (beschäftigt) einen ganzen Monat dort zu. Heute aber ging sie, die Käfigthür aufgeschlossen³ lassend, irgendwohin. Diese Gelegenheit benutzend und aus dem Munde der Dienerschaft von dem Ausrufen durch die Trommel hörend, ist er von da aufgefliegen und hat die Trommel berührt; o König! und der bin ich.« Als der König dies hörte, schneidet er die Schnur von dem Beine des Papageien⁴. Da stand der Prinz in leibhafter Gestalt da, Allen zu grosser Freude. Maheśvaradatta gab ihm das Mädchen, und der Prinz führte sie unter grossen Festlichkeiten heim. Die drei Gattinnen vereinigten sich, und auch Anaṅgasenā ward in die Würde der Gattin eingesetzt⁵.

Da liess der König die Gärtnerin⁶ holen, die damals dem Prinzen bei Gelegenheit der Verehrung (des Jina) die Blumen gebracht und übergeben hatte, schlug sie und frug: »He, du Böse! sag, von wem ist

¹ das adattādānam, an-sich-Nehmen von nicht-Gegebenem ist eine der fünf Hauptsünden bei den Jaina, s. Ind. Stud. 16, 330.

§ 2 in B. ist dies ganz anders dargestellt, nämlich als Strafe für die Liebesregung zu der unbekannten Herrin der Alten, welche die Trilocanā besuchte (Z. 223): tathā Trilocanāgehe prāptā vṛiddhāṅganā yadā | avijnātasvarūpāyām ti(tat?)svāmīnyām priyābhṛama(māt?) || 97 || rāgabuddhiḥ kṣhaṇam cakre tallagnaṁ pātakam mahat tatpāpayogāt sarpeṇa dāṣṭo haṁ jinamāṁdire || 98 || cūkatvaṁ ca mayā prāptaṁ pushpaṁ pāpatarodikaṁ (?) | āga(m)okta(m) punar bhāvi phalaṁ tareva (?) vedanā || 99 || Hat B. hier etwa den Text von A. nicht verstanden, und ist daher selbständig vorgegangen? s. bei Z. 100.

³ das Part. Perf. Pass. (udghāṭitam) scheint mir hier besser zu passen als das Gerundium; muktva paṁjaram utkalam || 506 ||

⁴ tṛṣṭitaḥ pādato guṇaḥ v. 509.

⁵ sthāpitā 'naṁgasenā' pi bhāryātvenā 'nurāgiṇi | yato jagati rāmanām (dantalet n) moha(h) syād dussaho nṛinām || 513 || So auch noch v. 591; danach aber ist in B. nur von drei, nicht von vier, bhāryās die Rede, s. v. 654. 663.

⁶ pradattāni vanapālīkayā yayā v. 514.

denn der Stengel mit der Schlange in die Blumen hineingethan?« Sie sagte: »Herr! der im Gefängniß befindliche Samudradatta hat mittelst eines Geschenkes von 500 Goldstücken dies Seitens meiner (durch mich) thun lassen. Durch Geldgier verblindet habe ich diese Sünde begangen.« Da befahl der König erzürnt, den Samudradatta zu tödten, und (ebenso) die Gärtnerin. Der Prinz aber hat sie mitleidig frei; der König nahm ihnen alle ihre Habe und verwies sie aus dem Lande.

Darauf gab der König, der ja schon früher der Welt zu entsagen wünschte, in Ermangelung eines Solmes diesem Schwiegersohne die Herrschaft über die Meeresküste und wandte sich der Askese zu. (Auch) Maheçvaradatta gab sein ganzes Haus und Vermögen dem Prinzen und ergriff mit dem König zusammen die Bettelwanderschaft. Uttamacaritra ward (nun) König.

Bhramaraketu aber, der Rākshasa-Herr, hatte jetzt ein rakshas-Heer von 60 Laksha (6 Millionen) gesammelt und frug den Zeichendeuter: »wo befindet sich¹ gegenwärtig mein Feind?²« Der sprach: »er hat diese deine Tochter heimgeführt, deine trefflichen fünf Kleinode an sich genommen und regiert jetzt an der Küste Namens Moṭapalli, als Herr des gesamten Ufers«. Als der Rākshasa-Fürst dies hörte, dachte er: »ah! gegen das Geschick ist nicht aufzukommen³! Dieser (Mensch) ist in die Brunnenöffnung auf dem Jalakānta-Berge mitten im Meere hineingegangen, hat, obschon ein Erdenwandler, die von mir in einem selbst für Götter unzugänglichen Unterwelts-Orte verwahrte Madālasā heimgeführt, hat die fünf Kleinodien, die mir ebenso lieb wie das Leben⁴ sind, genommen. O über die Einsicht des Zeichendeuters! O über die Glücksüberfülle dieses nur ein Erdenwandler Seienden! Er, der damals auf der öden Insel allein seiend, und sogar der Nahrung etc. entbehrend, von mir nicht besiegt werden konnte, wie kann der jetzt, wo er königliche Herrschaft erlangt hat, wo durch die Kraft der fünf Kleinode sein Schatz und seine Macht voll sind, und er von zahlreichen koṭi (10 Millionen) von Soldaten umgeben ist, besiegt werden? Beim Zank mit dem Schwiegersohn kommt (überhaupt) nichts Schönes heraus«. So sich bedenkend, gab er den Kampfeiseifer auf, ging nach der Küste Moṭapalli, begrüßte seine Tochter freundlich, verneigte sich dem Fürsten çri Uttamacaritra und ging, nachdem er dessen Befehl angenommen (sich ihm unterworfen) hatte, (dann wieder) nach seinem Aufenthaltsort zurück.

¹ āste, eig. sitzt.

² mama vairi, s. Campaka 366.

³ eig.: es ist unübersteiglich.

⁴ eig.: meinem Leben ähnlich.

Da kam einst in die Versammlung des Königs ein Briefbote, und übergab dem König einen Brief. Der König entsiegelte ihn und las, wie folgt: »lieber Sohn! als du so in die Fremde gingst, habe ich, als ich dich nicht (mehr) sah, überallhin Boten mit Briefen ausgesandt und nach dir geforscht. Aber nirgendwo fand sich eine Spur von dir. Jetzt höre ich, dass du an der Küste von Moṭapalli die Regierung führst. Drum sende ich diesen Brief. Ich bin meines Alters wegen durch deine Abwesenheit, der du (doch) für die Last der Regierung trefflich geeignet bist, jetzt sehr bekümmert. Dies erfahren habend, musst du nun nach Einsicht dieses Briefes¹, hierher zurückkommen«. Auf diesen Inhalt des Briefes hin übergab² er jenes Küstenreich den Ministern, und machte sich selbst mit einem Heere, nebst seinen vier Frauen auf nach Vāṇarasi³, um die Füße⁴ seines Vaters zu verehren.

Unterwegs kam er in die Nähe des Citrakūṭa. Da hatte der sohnlose König Mahāsena, der der Welt zu entsagen wünschte, sich an die Göttin (seines Hauses)⁵ gewendet, um einen Mann zu finden, der seine Last auf sich nehmen könne, und sie sagte ihm: »morgen früh wird der für die Last deines Reiches taugliche König ṛi Uttamacaritra hierher kommen; dem übergieb dein Reich, und wende dich, der Sorgen ledig, dem von dir zu Thuenden (dem Gedanken an dein Seelenheil) zu«. Da übergab König Mahāsena dem als nach dem Worte der Göttin dort angelangt wahrgenommenen⁶ König ṛi Uttamacaritra die Regierung und nahm selbst die Weihe.

Darauf verweilte (dieser) daselbst einige Tage, unterwarf sich die Länder Medapāṭa, Mālava, Sapādalaksha, Kārṇāṭa, Mahārāshṭra etc.⁷, und kam, nachdem er seine Beamten je daselbst eingesetzt hatte, weiterhin nach Gopālagiri⁸. Da herrschte König Virasena, Herr über die zehn Landstriche: Sindhu, Sauvira etc. Mit einem Heer von vier akshauhini ging er dem König ṛi Uttamacaritra zur Schlacht

¹ d. i. sofort. ² bhalāpayitvā tadrājyaṃ maṃtribhyaḥ sakalam nijaṃ v. 590; die Wurzel bhal wird im Dhātupāṭha in der Bedeutung dāne aufgeführt, s. Pañcadardach p. 49 not 322 (bhālapya).

³ so hier auch in B. v. 591 (Vāṇarasim prati catuḥpriyaḥ), nicht Vārāṇasi, wie sonst ibid.

⁴ der bekannte ehrerbietige Ausdruck, s. Pet. W. unter pāda.

⁵ gotradevatā v. 592.

⁶ d. i. sobald er erfuhr, dass er angelangt sei.

⁷ die Ländernamen werden hier auch in B. einzeln aufgezählt: atha sthitvā Citrakūṭe dināni katicit tathā | Medapāṭaṃ Mahārāshṭraṃ Kārṇāṭaṃ Maru-
maṇḍalaṃ || 600 || Gaurjaraṃ Mālavaṃ Gaudaṃ Lāṭaṃ Saurāshṭramanḍala-
ṃ | parākramaṇa svāyattikṛitya deṇān anekaṇaḥ || 601 || Sapādalaksha ist hierbei
ausgelassen, dagegen fünf andere Namen zugefügt, von denen nur einer auch in A.
früher (im Eingange) genannt ist (Maruṃmaṇḍalaṃ).

⁸ »Dies ist Gwalior (Inscr.)«, BÜHLER. — sarvatra nyāyanipuṇān sthāpayitvā
niyoginaḥ | Gopācalaṃ mahādurgaṃ kramaṇa prāptavān asau || 602 ||

entgegen. Durch einen Boten liess er ihm kund thun: »entweder zieh anderswohin, mein Land meidend, oder rüste dich zum Kampfe.« Durch die Botschaft erzürnt, bereitete sich Uttamacaritra zum Kampfe. Zwischen beiden Heeren begann eine gewaltige Schlacht. Als dann Virasena und Uttamacaritra zusammen fochten, ward Virasena von Uttamacaritra durch dessen Heldenkraft lebend gefangen und, nachdem er sich ihm unterworfen¹, freigelassen. Virasena übergab ihm (jedoch), auf Grund derselben Weltentsagung (wie Mahāsena etc.), die Regierung und wandte sich, begleitet von 1000 Fürsten, der Askese zu.

Eine Weile dort geblieben seiend, machte sich Uttamacaritra dann eines Tages nach Bāpārasī² auf, gelangte nach (dieser) seiner Residenz, zog in die Stadt mit von seinem Vater veranstaltetem grossem Einzugs-
pompe ein, und verneigte sich ehrerbietig vor den Füssen des Vaters. Und ṛi Makaradhvaja übergab nun diesem (seinem) Sohne das Reich und ging (selbst) auf die Bettelwandererschaft.

Als Herr von vier stolzen Königreichen genoss nun König ṛi Uttamacaritra kraft seiner früheren Tugendverdienste langes Glück. Er hatte 40 koṭi (400 Millionen) Dörfer, 40 laksha (4 Millionen) Elephanten, Rosse und Streitwagen, aber³ 40 koṭi (400 Millionen) Fussvolk, 4000 (Unter-) Fürsten. Er liess Dorf für Dorf Jina-Tempel bauen, feierte jedes Jahr die Wagen-Procession, Wallfahrtsort-Procession und andere Feste, und erliess in allen Dörfern die Steuern⁴.

¹ wörtlich: nachdem er seinen Befehl (s. Z. 345) angenommen; das sva in svā-jñā bezieht sich auf Uttamacaritra als das intellectuelle Subject des Satzes.

² prasthitaḥ Kācīdeçāya . . | kiyadbhir divasniḥ prāptaḥ Vāraṇasyaṁ (Accusativ!) mahāpurīm || 614 ||

³ dieser dem Sachverhalt zu entsprechen suchenden Angabe gegenüber hat B 40 koṭi für alle vier Heerestheile! rathagrāmagajācānām catvāriṇīca ca koṭayaḥ | catvāriṇīca ca patinām ushtrāṇām lakshapaṇcakaṁ || 634 || catuḥśahasrabhūpanām ādhi-patyaṁ prapālayan.

⁴ aṣṭādaça karā muktāḥ sarvagrāmeṣu dhimatā |
teshām nāmāni likhyaṁte ṛi Siddhāntānūsārataḥ || 637 ||
go₁ - mahisu₂ - 'ṭṭa₃ - pasūṇaṁ₄ chagaliṇaṁ₅ pi ya karā muneavvā |
tatto 'ṇaṁta₆ - palāle₇ bhusu₈ - kaṭṭ(h)aṁgārakaram eva₉ || 638 ||

Der Cod. hat: go₁ mahisu₂ dappa₃ (ṭṭa₃ ppa von zweiter Hand) sū (unsicher; anscheinend sva pr. m.) ṛṇṇa₄ chāgaliṇaṁ jñāna (dentales n) piya₅; dafür habe ich obiges conjiert; den Hinweis auf die Form chāgali verdanke ich PISCHEL. In jñāna vermuthete ich jāta und darin eine Glosse, bestimmt zu erhärten, dass sich die Steuer auf jedes frische Kalben der genannten Thiere bezieht. Wie pasū (prasū) und chagali, fem. gen., so sind eben wohl auch unter go, mahisha, und ushtra (zu uṭṭa, nicht uṭṭha, s. Hem. 2, 34) die weiblichen Thiere zu verstehen. Oder sollte etwa: pasū-chā | galiṇa jaṇapaya-karā mu° zu lesen sein? jaṇapaya wäre dann freilich im Sinne von jānapada zu nehmen. — °rakakaram eva Cod.

sihu₁₀ - 'ṁbara₁₁ - jaṁghāṇaṁ₁₂ bali₁₃ - bhaṭṭ(h)akare₁₄ ghaya₁₅ - 'ccame₁₆ ya (kare) |
(Lücke, 17 fehlt) cuḷlagakare₁₈ ya aṭṭhārasamā karuppatti || 639 ||

Einst nun kam ein im Besitz der kevala-Weisheit befindlicher (Lehrer) dahin¹. Der König ging ihn zu ehren, hörte seine Predigt und frug den Weisen dann so: »Heiliger! durch welches Tugendverdienst ist mir so wundersames Glück zu Theil geworden? durch welches Werk (dagegen) der Fall ins Meer? (dann) für eine ganze Weile² das Leben unter den Fischern und als Papagei? und durch welches Werk ward Anaṅgasenā zur Hetāre?« Der Weise sprach: »Höre, König! im Lande des Himavant³ lebte in Sudattagrāma ein Hausvater Dhanadatta. Der hatte vier⁴ Frauen. Nachdem er vorher reich gewesen, ward er mit der Zeit durch die Gewalt des Schicksals arm. Einst kamen vier muni dahin, denen die Räuber unterwegs die Kleider genommen

sum¹⁰ bara¹¹ Cod.; 'upbara, LEUMANN'S Vorschlag — jaṅghā¹² Cod.; — came pr. manu, came sec. m., — kare hinter ya fehlt, ist LEUMANN'S Vorschlag; — karupatti Cod.

Die obige Textherstellung, resp. die Übersetzung dieser 18 Steuergegenstände ist rein conjecturell: 1. Kuh, — 2. Büffel, — 3. Kameel, — 4. prasū, Stute (Pet. W.), — 5. Ziege [wenn 1-5 kalben], — 6. sodann anapṭa, Talk (? Pet. W.), wohl als Substrat der Schminke; BÜHLER proponirt: ṇetta zu lesen, Rohr (vaidalika in der smṛiti), — 7. Strohh, — 8. bhusu = busa Spreu oder anderer Getraideabfall (zum bh vgl. bhisinī Hem. I, 238); cf. Bhus »the husk or chaff of corn« WILSON, GLOSSARY of judicial terms, — 9. Holzkohlen, oder Holz und Kohlen? in diesem Falle wären 18 Steuern da, und die in der Handschrift folgenden Zahlen 10—16. in 11—17 zu ändern; aber freilich die Lücke vor 18 bleibt!; BÜHLER bemerkt: »kaṭṭha entspricht dem dru der smṛiti; āṅgāra, Kohle, kenne ich aus der Hlchpur Inschrift Pravarasena's II (Platte IV Zeile 27) als Steuerobject«, — 10. sidhu Rum (Ausfall des h im Cod.), — 11. umbara, Schwelle (LEUMANN), oder ambara. Kleider? — 12. jaṅghā, ein bestimmter Theil des Bettstollens (Pet. W.), oder etwa: »the post or uprights on each side of the mouth of a well« WILSON, l. c.; ebendasselbst findet sich übrigens auch: jaṅghalā »a rate in a lease to include the inferior crops when sown (Purāṇiya)«. Und hierzu stimmt trefflich eine Angabe, die ich BÜHLER verdanke, dass nämlich Medhātithi zu Manu 8, 307 jaṅghādānam als Erklärung von kara braucht: »Es scheint eine Landsteuer in Geld gewesen zu sein, da die anderen Comm. anstatt jaṅghā von einer monatlichen oder in gewissen Monaten zu zahlenden Steuer sprechen«; — 13. bali-shaḍbhāga, das Sechstel vom Getraide etc. (Manu 8, 307. 308), — 14. bhrāśṭra Röstpfanne; »Bhaṭi, Bhaṭhā, a furnace, a kiln, a distillery, a liquor shop; (in CUTTACK) also a fire place for evaporating brine for salt« WILSON l. c. — 15. Ghee, — 16. 'ccame, von LEUMANN vorgeschlagen, der aber hinzufügt: »was es ist, weiss ich nicht«; ob etwa: ācama »das Wasser, der Schaum von gekochtem Reis« (Pet. W.), s. Ind. Stud. 16, 306 und LEUMANN im Glossar zu Aupap. unter āyambila, — 17. (fehlt), — 18. Steuern auf Kleinigkeiten (?). Anders BÜHLER: »cullaka wird wohl das moderne cūlo, cūlo, culla Küchenherd sein und die Steuer die sogenannte Dhūā oder Rauchsteuer, welche Tod, Annals of Rājasthan 2, 181 (Madras edition) in der Beschreibung von Bikāṇr erwähnt«; cf. WILSON l. c.: »Chullā or Chullī H., Chūla Mar., in other dialects Chula, Chulli from the S. cūli (? culli, culli, Ofen, Pet. W.) a fireplace, a temporary and moveable receptacle for fire, made of dried clay«. — Es bleibt hiernach in der That nicht viel übrig, was nicht versteuert wäre! Zur Zahl 18 und zum Erlass s. noch Ind. Stud. 15, 318 n. 2 (U).

¹ anyadā puṇyayogena samprāpto bhuvaneṣvaraḥ | vaṃdanārthaṃ gato rājā cṛutā saddharmadeṣanā || 642 || ² wörtlich: für wie lange Zeit?

³ Himācalāsannabhūmaṃ Sudatto grāmo vartate, v. 653.

⁴ tasya tisraḥ pravartante striyaḥ v. 654; so auch v. 663.

hatten. Dhanadatta gab ihnen, auf Grund seiner Freundlichkeit¹ und seines Edelsinns, aus seiner Glaubensfülle heraus, vier lange, für die Zeit der Kälte bestimmte, zu seiner eigenen Umhüllung dienende Kleider. Seine Frauen freuten sich darüber². Durch diese gute Handlung ist die Seele des Dhanadatta zum König geworden, zum Herrn vier grosser Königreiche; in Folge des Gebens von Kleidern an geeignete Personen³ sind dir die fünf Kleinode zu Theil geworden, welche stetig alle Gegenstände herbeischaffen: Gold, Juwelen, Seide⁴, Milch, Wasser, kostbare wollene Tücher u. s. w. Einst (aber) höhntest du in (jener) Vorgeburt diese muni, und nanntest sie »schmutzig wie Fischer«; um dieser That willen hast du im Fischbauche gewohnt und bist auch eine ganze Weile in einem Fischerhause gewesen. In der tausendsten Existenz vor dieser Existenz hast du einen Papagei in einen Käfig gesteckt; durch diese Sünde bist du in dieser Existenz zum Papagei geworden. Anāgasenā hat in einer Vorgeburt irgend eine mit überaus wundersamem Putz geschmückte Freundin verspottet: »ah, sie ist eine Hetäre«; durch diese Handlung ist sie eine Hetäre geworden. Deine Frauen in der Vorgeburt sind, weil sie sich über die mit den Gewändern Beschenkten freuten⁵, auch hier zu diesen deinen vier⁶ Liebsten: Madālasā etc., geworden, voll geschmückt mit Herrlichkeit, Schönheit, Tugenden und allen Glückszeichen«.

Als der König und die Anderen dies hörten, wandten sie sich der Weltentsagung zu. Seinem Sohne die Regierung übergebend, nahmen sie⁷ die Wanderschaft auf sich. Nach absolvirter Askese traten sie in den Götterstand ein. Danach wieder (vom Himmel) herabkommend und neu geboren, werden sie die Erlösung in Videha erreichen⁸.

Freund KÖHLER in Weimar verdanke ich auch diesmal wieder allerhand literargeschichtliche Nachweise, wie folgt:

1. Dazu, dass Utt. vermöge seiner Pferde-Kenntniss erkennt, dass das Füllen mit der Milch einer Büffelkuh genährt ist, — vergl.

¹ ? conjecturell; nirdhananā 'pi tenā 'ṣṣu dānaṣaṃdātayā tadā | Dhanadattena dattāni . . v. 660.

² tadā ca tava bhāryābhiḥ kṛitā vācā 'numodanā v. 662.

³ supātrādānataḥ sarvam tvayā prāptaṃ manomataṃ 664; hier tritt denn also der Bettelei-Zweck des Erzählers zu Tage, s. den Eingangsvers.

⁴ eināṇṇuka.

⁵ man erwartet: über die Versenkung der Gewänder, vastrapātra dānā numodanāt.

⁶ in B ist auch hier (s. v. 654) nur von deren drei die Rede; etās tayeṣā (!) tisro 'pi bhāryāḥ kṛityānumodanāt | asmin bhavē 'pi saṃjātā rūpalāvānyabhāsuraḥ || 663 |

⁷ d. i. nahm der König mit seinen Frauen . . .

⁸ videhesu siddhiṃ yāsyanti sāt(ṭ)vikāḥ || 684 || zu Videha, videha s. Çatr. Māh. p. 20, Bhagavati 2, 198.

die *Cento Novelle Antiche*, Nov. II, die *Novelle Antiche dei Codici Panciatichiano-Palatino* 138 e *Laurenziano-Gaddiano* 193 con una introduzione per G. BIAGI, Firenze 1880, No. III und CXLIII, und das spanische *Libro de los Exemplos*, Cap. 247, wo ein Weiser erkennt, dass ein Pferd mit Eselsmilch aufgezogen worden ist.

2. Zum Jonas im Fisch — vergl. DSANGLUN Cap. 21: Ein Knabe fällt in einen Fluss und wird von einem Fisch verschluckt. Nach einiger Zeit wird der Fisch gefangen, und, als sein Bauch aufgeschlitzt wird, kommt der Knabe zum Vorschein. — Ferner: STOKES *Indian Fairy Tales*, pag. 75 f. (No. XIV): Laili stürzt sich in den Rachen des Rohü-Fisches und wird von ihm verschlungen. Eine Schlange sieht auf den Wunsch des Fisches in seinen Schlund und sagt: »You have a Rakshas in your stomach; but if you let me cut you open, it will come out of you.« 1. The snake got a knife and cut him open, and out jumped Laili. — In der Geschichte vom Jonas und in Parallelen derselben, z. B. bei STOKES pag. 67 (No. XII), E. PRYM und A. SOCIN *Syrische Sagen und Märchen* S. 174 fg., speien die Fische die Verschlungenen wieder aus.

3. Der Papagei berührt die Trommel. — Vgl. II. OESTERLEY's Nachweise in seiner Ausgabe der *Gesta Romanorum* S. 728 zu Cap. 105 (Rügendlocke).

4. Verwandlung in einen Papagei durch Umbinden eines Fadens. In »The Decisions of Princess ... Thoo-dhamma Tsari, translated from the Burmese by T. B. SPARKS,« Maulmain 1851 wird in der XVI. Erzählung (The Rich Man's son and his three Wives) ein junger Mann in einen Papagei verwandelt, nachdem die drei Töchter eines Schlangenzauberers »a magic thread« um seinen Hals geknüpft haben. Durch Abstreifen des Fadens wird er wieder Mensch. — In einer in der Lombardei spielenden Erzählung in »Islendzk Eventýri. Isländische Legenden, Novellen und Märchen, herausgegeben von Hugo GERING«, No. LXXXIX (Bd. I, 272 fg. II, 206 fg.) verwandelt eine Wittwe, einen Jüngling in einen Kranich, indem sie einen rothen Zwirnfaden dem Schlafenden um den Hals bindet und ihn mit einem Stoss auf den Erdboden schleudert. Der Verwandelte wird dann wieder Mensch, als zufällig ein anderer wirklicher Kranich den Faden zerreisst.

Ich benutze den freien Raum hier zu einem Nachtrage zu meiner Mittheilung »über eine magische Gebetsformel aus Tibet«, s. Gesamtsitzung vom 7. Februar d. J. S. 77 fg.

Freund BÖHTLINGK macht mich darauf aufmerksam, dass die Formel No. V (S. 81. 82) einen wesentlichen Bestandtheil, ja geradezu

den Kern, bildet in dem im Jahre 1845 von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg in lithographirtem, durch den (damals bereits verstorbenen) Baron SCHILLING VON CANSTADT besorgtem, Abdruck herausgegebenen tibetischen Text: das ehrwürdige Mahā-yānasūtra, mit Namen: »das unermessliche Lebensalter und die unermessliche Erkenntniss«, ārya-āparimīta-āyurajñāna-nāma mahā-yānasūtra (24 foll.). Sie findet sich darin 29 Mal, dazwischen immer einige Zeilen in Tibetisch, aufgeführt, und zwar mit den Lesarten: āyurajñānasubhinīcīta^c, sambudadhāya, jñānasambhāropacite, und was das Wichtigste ist: mahānayaparibāre svāhā.

BÖHTLINGK schlägt resp. vor statt: dharmate gaganasammudagate zu lesen: dharmadeśanasamudgate, und fasst im Übrigen, dem tibetischen Titel entsprechend, alle die Formen auf ^ce als Duale, indem er dazu das Dvandvam: āyur-jñāne ergänzt.

Für das Mahāyānasūtram ist dies ja auch, so eigenthümlich eine solche Ergänzung auch zunächst erscheinen muss, doch wohl ganz richtig. Für die in Rede stehende Scheibe aber scheint mir die Auffassung des: āyurjñāna darauf als tatpuruṣa, resp. als Singular, geboten. Denn, wenn man auch in den Formeln No. II. IV āyurjñāna ganz wohl mit siddhisamaya componiren, den Singular des Verbums (abhishīṇca) somit auf dies eine Compositum beziehen kann, so liegt āyurjñāna doch in der Formel No. III entschieden als Singular vor. — Die Lesart: parivāre sodann macht dem: °bāri bāri der Scheibe gegenüber eher einen secundären Eindruck, als umgekehrt. Für das durch Hemacandra und Medini beglaubigte: vāri, Göttin der Rede, bietet sich durch Letzteres eine Belegstelle, die man nur ungern fahren lassen möchte.

Studien zur Statik monocyclischer Systeme.

VON H. VON HELMHOLTZ.

Fortsetzung der Mittheilung vom 6. März d. J.

§. 7.

Reine Bewegungskoppelung.

Mechanische Verbindungen zweier monocyclischer Systeme sind, wie schon bemerkt, in sehr mannigfacher Weise ausführbar, und ihr Resultat wird im Allgemeinen durch eine Gleichung zwischen den Parametern der beiden verbundenen Systeme analytisch dargestellt werden können, welche wir die Koppelungs-Gleichung nennen wollen. Nehmen wir an, als Parameter seien gebraucht langsam veränderliche Raumabmessungen p_a und die der Entropie entsprechenden Grössen s_1 und s_2 , welche letzteren die Intensität der Bewegung bestimmen, so wird jede Gleichung zwischen diesen Parametern beider Systeme einen bestimmten Werth des s_2 vorschreiben, wenn sämmtliche p_a und das s_1 gegeben ist. Beide Systeme sind also dann zu einem monocyclischen System verbunden, welches der in §. 4 erwähnten allgemeineren Form entspricht.

Wenn wir die genannten Parameter benutzen, wird die Gleichung der Energie für jedes einzelne System [§. 1. Gleichung (1)] die Form erhalten:

$$dU + \sum_a [P_a \cdot dp_a] = q \cdot ds \dots\dots\dots \} s,$$

worin U , P_a und q als Functionen der p_a und des s anzusehen sind. Daraus folgt:

$$\left. \begin{aligned} P_a &= - \frac{\partial U}{\partial p_a} \dots\dots\dots \\ q &= \frac{\partial U}{\partial s}, \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} s_a.$$

wie dies schon S. 164 nach Hrn. Gibbs bemerkt ist.

Wir wollen die beiden Systeme durch die Indices 1 und 2 unterscheiden, und ein für allemal annehmen, dass durch die Art der Verbindung keine Energie verloren gehe, aber auch keine andere auf-

gewendet werde, als die etwa bei der Herstellung der Koppelung gegen die Kräfte P_a zu leisten ist. Dann wird nothwendig während des Bestehens der Koppelung die gesammte Energie \mathfrak{U} des gekoppelten Systems gleich der Summe der Energiewerthe der einzelnen Systeme, diese genommen in ihrem gegenwärtigen Zustande, sein müssen.

$$U_1 + U_2 = \mathfrak{U} \dots\dots\dots \{ 9.$$

Die Grösse \mathfrak{U} wird nun wiederum dargestellt werden können als Function der sämmtlichen Coordinaten p_a und der Entropie \mathfrak{E} des verbundenen Systems. Dann ist die Gleichung 9 eine Gleichung zwischen den Grössen p_a, s_1, s_2 und \mathfrak{E} . Da nun die Koppelungs-Gleichung eine Gleichung zwischen diesen selben Grössen mit Ausschluss von \mathfrak{E} ist, so werden wir die genannten beiden Gleichungen benutzen können, um eine jede der Grössen s_1 und s_2 als Function der p_a und des \mathfrak{E} darzustellen.

Nun wollen wir untersuchen, unter welchen Bedingungen die allgemeinen monocyclischen Systeme den wichtigen Charakter der Wärmebewegung haben, der sich darin zeigt, dass die mechanischen Kräfte P_a eines warmen Körpers durchaus nicht dadurch geändert werden, dass er in die Möglichkeit des Wärmeaustausches mit einem anderen Körper von gleicher Temperatur gesetzt wird, obgleich bei eintretenden Formänderungen, welche Arbeit der Kräfte P_a hervorgerufen, jetzt andere Temperaturänderungen in dem betreffenden Körper eintreten, als wenn er isolirt ist. Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied gegen das Princip des Gleichgewichts solcher Kräfte, die von der Bewegung unabhängig sind. Würde durch die Verbindung eine Mittheilung potentieller Energie von Seiten des zweiten Körpers bei irgend einer Formänderung des ersten Körpers bedingt, so würde auch das Kraftmoment, welches dieser Formänderung entspricht, sich ändern, wie dies ganz allgemein im Princip der virtuellen Geschwindigkeiten ausgesprochen ist.

Wir fragen also, welcher Art muss die Koppelung sein, damit durch dieselbe die Kräfte P_a nicht geändert werden? Wir fahren fort U_1 als Function seiner p_a und des s_1 , U_2 als solche der p_b und des s_2 zu betrachten, s_1 und s_2 selbst aber, so wie \mathfrak{U} als abhängig von den sämmtlichen p_a, p_b und dem \mathfrak{E} .

Dann ist im gekoppelten System nach δ_a und 9:

$$P_a = -\frac{\partial \mathfrak{U}}{\partial p_a} = -\frac{\partial U_1}{\partial p_a} - \frac{\partial U_1}{\partial s_1} \cdot \frac{\partial s_1}{\partial p_a} - \frac{\partial U_2}{\partial s_2} \cdot \frac{\partial s_2}{\partial p_a},$$

$$P_b = -\frac{\partial \mathfrak{U}}{\partial p_b} = -\frac{\partial U_2}{\partial p_b} - \frac{\partial U_1}{\partial s_1} \cdot \frac{\partial s_1}{\partial p_b} - \frac{\partial U_2}{\partial s_2} \cdot \frac{\partial s_2}{\partial p_b}.$$

Damit nun diese Werthe mit denen der Gleichung 8_a zusammenfallen, muss für jedes p_a oder p_b sein

$$\left. \frac{\partial U_1}{\partial s_1} \cdot \frac{\partial s_1}{\partial p} + \frac{\partial U_2}{\partial s_2} \cdot \frac{\partial s_2}{\partial p} = 0 \dots\dots\dots \right\} 9_a$$

Daraus folgt, dass die Functionaldeterminanten der s_1 und s_2 für jede Combination von je zwei p_a oder p_b gleich Null sein müssen. Das heisst, es muss eine Gleichung zwischen dem s_1 und s_2 geben, deren Coefficienten von den p_a und p_b unabhängig sein müssen, der Regel nach aber von \mathfrak{S} abhängen werden. Diese Gleichung kann ich bringen auf die Form:

$$\mathfrak{S} = F_{s_1, s_2} \dots\dots\dots \} 9_b$$

Die Function F ist nur von dem s_1 und s_2 abhängig; alle sonst darin vorkommenden Grössen müssen Constanten sein.

Aus Gleichung 9_b folgt weiter, wenn wir nach den p_a , die wir nicht weiter von den p_b zu unterscheiden brauchen, differentiiren

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial s_1} \cdot \frac{\partial s_1}{\partial p_a} + \frac{\partial F}{\partial s_2} \cdot \frac{\partial s_2}{\partial p_a} &= 0 \dots\dots\dots \} 9_c \\ \frac{\partial F}{\partial s_1} \cdot \frac{\partial s_1}{\partial \mathfrak{S}} + \frac{\partial F}{\partial s_2} \cdot \frac{\partial s_2}{\partial \mathfrak{S}} &= 1 \dots\dots\dots \} 9_d \end{aligned} \right.$$

Vergleichen wir die Reihe der Gleichungen 9_c mit 9_a , so folgt

$$\frac{\partial U}{\partial s_1} \cdot \frac{\partial F}{\partial s_2} - \frac{\partial U}{\partial s_2} \cdot \frac{\partial F}{\partial s_1} = 0$$

oder

$$q_1 \cdot \frac{\partial F}{\partial s_2} - q_2 \cdot \frac{\partial F}{\partial s_1} = 0 \dots\dots\dots \} 9_e$$

Diese Gleichung muss die Koppelungs-Gleichung als Theiler enthalten, wenn sie nicht mit ihr identisch ist: denn wenn F als Function von s_1 und s_2 bestimmt worden ist, so giebt diese Gleichung eine Beziehung zwischen den sämtlichen Parametern p_a , s_1 und s_2 , welche während der Koppelung erfüllt sein muss.

Setzen wir entsprechend der zweiten Gleichung 8_s

$$\left. \frac{\partial \mathfrak{U}}{\partial \mathfrak{S}} = q, \dots\dots\dots \right\} 9_f$$

oder

$$\left. \frac{\partial U_1}{\partial s_1} \cdot \frac{\partial s_1}{\partial \mathfrak{S}} + \frac{\partial U_2}{\partial s_2} \cdot \frac{\partial s_2}{\partial \mathfrak{S}} = q, \dots\dots\dots \right\} 9_g$$

so ergibt Vergleichung mit 9_d und 9_e , dass

$$q \cdot \frac{\partial F}{\partial s_1} = q_1.$$

$$q \cdot \frac{\partial F}{\partial s_2} = q_2.$$

wodurch die Verhältnisse dieser Grössen vollständig bestimmt sind.

Beispiele solcher Koppelungen sind schon in den früheren Paragraphen angeführt. Namentlich gehören dahin alle isomeren Koppelungen des §. 5, deren Gleichung q_b die Form erhält:

$$\mathfrak{E} = s_1 + s_2 \dots \dots \dots \{ 9_b$$

(s. auch S. 161). Ebenso gehören dahin die Koppelungen, welche in §. 6 behandelt sind, in denen die lebendige Kraft vor und nach der Koppelung integrierender Nenner ist. Für sie besteht eine Gleichung mit constanten Coefficienten zwischen den Grössen

$$\frac{s_1}{\mathfrak{E}} \text{ und } \frac{s_2}{\mathfrak{E}}.$$

Andrerseits sind Beispiele vom Gegentheil denkbar. So könnte eine elastisch gespannte Schnur ohne Ende, welche auf einer nicht cylindrischen Rolle liefe, auch die Stellung der Rolle beeinflussen und also eine den P_a entsprechende Kraft ausüben. Wir würden eine solche also nicht als eine reine Koppelung der inneren Bewegungen bezeichnen dürfen.

§. 8.

Gleichgewicht der inneren Bewegung für drei monocyclische Systeme.

Wir haben schliesslich noch das Analogon zu suchen für diejenige charakteristische Eigenschaft der Wärmebewegung, welche es möglich macht von der Temperatur eines Körpers als einer Grösse zu reden, und die sich in dem Satze zusammenfasst: Wenn jeder einzelne von zwei Körpern mit demselben dritten im Wärmegleichgewicht ist, sind sie mit einander in Wärmegleichgewicht.

Die entsprechende Bedingung für drei monocyclische Systeme kann so formulirt werden: Es wird verlangt, dass die Koppelungsgleichung zwischen 2 und 3 erfüllt sei, so oft sie zwischen 1 und 2 einerseits, so wie zwischen 1 und 3 andererseits erfüllt ist.

Daraus folgt, wie analytisch unschwer nachzuweisen ist, dass die Koppelungs-Gleichungen sich auf die Form bringen lassen müssen:

$$\phi_1 = \psi_2 = \chi_3 \dots \dots \dots \{ 10.$$

wo ϕ_1 eine Function der Parameter des ersten Systems ist, ψ_2 eine solche des zweiten, γ_3 des dritten. Es würden diese drei Grössen also das Analogon der Temperatur für die monocyclischen Systeme darstellen.

Von den früher angeführten Beispielen fallen unter die hier aufgestellte Bedingung die Kreisel mit gleicher Rotationsgeschwindigkeit ihrer zu koppelnden Axen, und die Ströme in ringförmigen Canälen, deren Strömung durch den Querschnitt übereinstimmend sein muss.

Wenn endlich die in den beiden letzten Paragraphen besprochenen Eigenthümlichkeiten gleichzeitig stattfinden sollen, so muss die Koppelungs-Gleichung q_c von der Form 10 sein, d. h. die beiden gleichwerthigen Ausdrücke

$$\frac{q_1}{\frac{\partial F}{\partial s_1}} = \frac{q_2}{\frac{\partial F}{\partial s_2}} \dots\dots\dots \left\{ \begin{array}{l} q_c \end{array} \right.$$

können s_1 und s_2 gleichzeitig auf beiden Seiten nur in einem gemeinsamen Factor enthalten, der wegzuheben ist, und zwar muss dieser Factor in den Differentialquotienten von F stecken, da q_1 nur Parameter des ersten und q_2 nur solche des zweiten Körpers enthält. Also muss sein:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial F}{\partial s_1} = \phi_{s_1} \cdot \gamma, \dots\dots\dots \\ \frac{\partial F}{\partial s_2} = \psi_{s_2} \cdot \gamma, \dots\dots\dots \end{array} \right\} \quad 11$$

worin γ Function von s_1 und s_2 ist. Daraus folgt:

$$\frac{\partial^2 F}{\partial s_1 \cdot \partial s_2} = \phi \cdot \frac{\partial \gamma}{\partial s_2} = \psi \cdot \frac{\partial \gamma}{\partial s_1}.$$

Vergleichung der letzten Gleichung mit 11 zeigt, dass

$$\frac{\partial F}{\partial s_1} \cdot \frac{\partial \gamma}{\partial s_2} - \frac{\partial F}{\partial s_2} \cdot \frac{\partial \gamma}{\partial s_1} = 0 \dots\dots\dots \left\{ \begin{array}{l} 11_a \end{array} \right.$$

d. h. dass γ eine Function nur von F ist. Schreiben wir:

$$\begin{aligned} 1 &= \frac{dX}{dF}, \\ \gamma &= \frac{d\Phi}{ds_1}, \\ \psi &= \frac{d\Psi}{ds_2}, \end{aligned}$$

so ergeben die Gleichungen 11 das Integral:

$$X = \Phi_{s_1} + \Psi_{s_2} + C \dots\dots\dots \left\{ \begin{array}{l} 11_b. \end{array} \right.$$

Da der Werth von F gleich dem der Entropie \mathfrak{E} des vereinigten Systems sein muss, so kann nun X als Function von \mathfrak{Z} angesehen werden.

Da endlich jede Function der Entropie auch wieder als Entropie benutzt werden kann, so ist diese Form der Gleichung bei passender Wahl der Entropie zurückführbar auf die oben erwähnte einfachste Form:

$$\mathfrak{Z} = s_1 + s_2.$$

Andererseits wird die Koppelungs-Gleichung g_e nun

$$\frac{q_1}{\phi_{s_1}} - \frac{q_2}{\psi_{s_2}} \dots\dots\dots \left\{ 11. \right.$$

Wenn, wie wir vorausgesetzt haben, q_1 ein integrierender Nenner für das erste, q_2 für das zweite System ist, so ist auch jedes Product von einem jeden q mit einer beliebigen Function der zugehörigen Entropie integrierender Nenner des betreffenden Systems. Die in obiger Gleichung 11. gleichgesetzten Grössen sind also die integrierenden Nenner, die zu den Entropiewerthen Φ_{s_1} und Ψ_{s_2} gehören, die Koppelung ist eine isomere, und die Verwandlungsfähigkeit der inneren Bewegung ist, wie in §. 5 erörtert wurde, entsprechenden Beschränkungen unterworfen, wie die der Wärme nach CARNOT's Gesetz.

Es zeigt sich also ganz allgemein, dass, wenn monocyclische Systeme nur solche Verbindungen unter einander zulassen, für welche die genannten zwei Eigenthümlichkeiten der Wärmebewegung gültig sind, dann auch die dritte durch das CARNOT'sche Gesetz ausgesprochene wesentliche Eigenthümlichkeit der Wärme für sie gilt, die beschränkte Umwandlungsfähigkeit. Die genannten beiden Charaktere der Koppelung sind:

1. Die äusseren Kräfte jedes einzelnen Systems hängen nur von dem augenblicklichen Zustand dieses Systems ab, unabhängig von der eintretenden oder aufgehörenden Verbindung mit anderen Systemen.

2. Sobald die Bedingungen des Austausches der inneren Bewegung zwischen zweien oder mehreren Systemen eintreten, hängt das Gleichgewicht der inneren Bewegungen zwischen ihnen davon ab, dass eine bestimmte Function der Parameter eines jeden einzelnen denselben Werth habe, wie die entsprechenden Functionen der andern.

Diese bestimmte Function, welche die der Temperatur in der Wärmelehre zufallende Rolle spielt, muss dann nothwendig ein integrierender Nenner des Systems sein, woraus die beschränkte Verwandlungsfähigkeit der inneren Arbeit folgt. Andererseits ist hervorzuheben, dass wenn jede Koppelung isomere ist, und der zweiten der eben aufgeführten Bedingungen entspricht, auch die erste Bedingung erfüllt sein muss.

§. 9.

Analogie für Wärmevorgänge bei Änderungen im molecularen Bau.

Zwei monocyclische Systeme können bei ihrer Verbindung nun auch dadurch Veränderungen erleiden, dass die für die Verbindung nöthige Annäherung oder Lagenänderung Kräfte wachruft, die zwischen einzelnen Theilen beider Systeme wirksam sind. Wenn diese Kräfte bekannt sind, und mit eingerechnet werden unter die Kräfte P_a , die in unseren Theoremen vorkommen, so wird an der Anwendbarkeit unserer Sätze dadurch nichts geändert. Scheinbare Ausnahmen aber, z. B. gegen den Schlussatz unseres §. 8 können eintreten, wenn wir die Existenz solcher Kräfte nicht kennen, und die durch sie bedingten Lagenveränderungen der bewegten Theile nicht zu beurtheilen wissen. In einem solchen Falle würden wir einen Fehler begehen, wenn wir voraussetzen wollten, dass, weil alle uns bekannten Componenten der Kräfte P_a unverändert geblieben sind, auch die Coordinaten p_a durch die Koppelung nicht verändert seien.

Soll dabei der gleiche integrirende Nenner beider Systeme nach der Koppelung denselben Werth behalten, ebenso wie die bekannten Bestandtheile der Kräfte P , so wird im Allgemeinen innere Bewegung abgegeben oder eingenommen werden müssen, der Formel entsprechend

$$dQ = q \cdot ds.$$

Wenn q constant bleiben soll, ist, wie oben gezeigt, s eine Function der p_a und ändert sich mit diesen. Wenn also die unbekannten Kräfte eine solche Änderung bewirken, wird das Quantum der inneren Bewegung sich ändern müssen. Das aufgenommene Quantum innerer Bewegung wird aber wieder abgegeben werden müssen, wenn der alte unverbundene Zustand beider Systeme unter den früheren Bedingungen wiederhergestellt werden soll.

Auch kann dabei unter den von uns festgehaltenen Voraussetzungen, wenn keine Änderung des übereinstimmenden Nenners q zugelassen wird, keine Energie der inneren Bewegung in Arbeit der Kräfte P verwandelt oder aus solcher entnommen werden.

In der Wärmelehre würden wir dieses Ein- und Austreten innerer Bewegung bei constant bleibender Temperatur als »Latentwerden freier Wärme« oder »Freiwerden latenter Wärme« bezeichnen können, wenn wir uns eine, wie mir scheint, nützliche Verallgemeinerung dieses Begriffs erlauben wollen. Man hat damit bisher nur die Wärmeänderungen bei Änderungen der Aggregatzustände bezeichnet, welche reversible Processe im Sinne der Thermodynamik sind. Aber es scheint mir

kein Grund vorhanden, warum man nicht die bei allerlei anderen Änderungen des molecularen Baus, auch bei Dichtigkeitsänderungen der Gase, Auflösung von Salzen und chemischen Processen auftretenden Wärmeänderungen ebenso bezeichne, vorausgesetzt, dass dieselben reversibel und bei constant gehaltener Temperatur durchgeführt werden. Dann wäre bei constant gehaltener Temperatur \mathfrak{S} entsprechend der Gleichung

$$dQ = \mathfrak{S} \cdot ds$$

die Grösse s , die Entropie, multiplicirt mit dem constant bleibenden \mathfrak{S} , als das Quantum der latenten Wärme des Körpersystems zu bezeichnen. Dies ist gerade der Theil der Energie, der bei isothermen Änderungen des molecularen Baus die Energieform der Wärme behalten muss, den ich deshalb als gebundene Energie bezeichne, und dessen Scheidung von der frei verwandelbaren Energieder molecularen Kräfte ich in meinen thermodynamischen Arbeiten auf bestimmtere Grundsätze zu bringen gesucht habe. Dass die bei Änderungen des Aggregatzustandes frei oder latent werdende Wärme keinen Einfluss auf die chemischen Verwandtschaften habe, ist ja von den Beobachtern, die sich mit Thermochemie beschäftigten, namentlich von Hrn. M. BERTHELOT längst richtig erkannt und hervorgehoben worden. Was aber das Analogon dieses Latentwerdens der Wärme in anderen Fällen von Änderungen des Molecularbaus ist, lässt sich meines Erachtens ohne genaue Untersuchung der entsprechenden Arbeit bei reversiblen Processen nicht streng scheiden.

Untersuchungen über das Coniin.

Austreten von Wasserstoff aus organischen Verbindungen unter dem Einflusse von Wasserstoff *in condicione nascenti*.

Von A. W. HOFMANN.

Bei der Fortsetzung meiner Studien über das Coniin, welche der Akademie bereits vorgelegt worden sind¹, habe ich einige Beobachtungen gemacht, welche mir werth erscheinen, schon heute gesondert mitgetheilt zu werden.

Fälle, in denen sauerstoffreiche Körper, dadurch dass sie sich eines Theiles ihres Sauerstoffs begeben, gleichzeitig ein Austreten dieses Elementes aus anderen sauerstoffhaltigen Substanzen bedingen, sind mehrfach beobachtet worden. Es braucht nur an die Einwirkung des Wasserstoffsuperoxyds auf Kaliumpermanganat, auf Mangansuperoxyd, auf Silberoxyd erinnert zu werden, bei welcher sich der Sauerstoff der letztgenannten Verbindungen, theilweise oder ganz entwickelt, während das Wasserstoffsuperoxyd zu Wasser reducirt wird. Man pflegt sich vorzustellen, dass Sauerstoffatome aus dem Wasserstoffsuperoxyd, und Sauerstoffatome aus dem mit ihm in Berührung befindlichen sauerstoffhaltigen Körper, zu Moleculen geeinigt, in Freiheit gesetzt werden.

Ein ganz ähnliches Beispiel von Wasserstoffentwicklung aus organischen Verbindungen, bedingt durch die Einwirkung nascenten Wasserstoffs, ist mir in den letzten Tagen durch die Hände gegangen.

Mit Versuchen beschäftigt, dem Coniin



Wasserstoff zuzuführen, um es theilweise wenigstens in Octylamin



¹ HOFMANN, Monatsberichte 1881, 363.

zu verwandeln, wurde das trockene salzsaure Salz der erstgenannten Base mit Zinkstaub der Destillation unterworfen.

Unter lebhafter Entwicklung von Wasserstoff, dem Spuren eines Kohlenwasserstoffs beigemengt waren, ging eine schwach gelb gefärbte Base in reichlicher Menge über. Dass die Reaction nicht so verlaufen war, wie man erwartet hatte, erhellte schon aus dem Umstande, dass der Wasserstoff, statt sich dem Coniin zuzugesellen, als solcher entwickelt wurde. Bei quantitativen Versuchen ergab sich ferner, dass weit mehr Wasserstoff austrat, als in der Salzsäure des Chlorhydrats enthalten war. Bei der Destillation von 10^g trocknen salzsauren Coniins mit einem Überschuss von Zinkstaub (15^g) wurden 1800^{cc}, bei einem zweiten Versuche mit derselben Quantität 1780^{cc} eines Gases erhalten, welches sich bei der Verbrennung als Wasserstoff erwies. Wäre ausschliesslich der Wasserstoff aus der in dem Salze vorhandenen Salzsäure in Freiheit gesetzt worden, so hätten sich nur 610^{cc} entwickeln können, also nur etwa ein Drittheil von dem wirklich beobachteten, die beiden anderen Drittheile konnten nur dem Coniin entstammen. In dem Destillate musste daher eine Base vorhanden sein, welche weniger Wasserstoff als das Coniin enthält, und da der eigenthümliche Geruch des Destillats an die Pyridinbasen erinnerte, so durfte man alsbald an eine Base



denken, an eine Base also, welche zu dem Coniin in derselben Beziehung steht, wie das Pyridin zu dem Piperidin.

Der Versuch hat diese Auffassung vollkommen bestätigt. Das Destillat enthält eine erhebliche Menge, etwa 25—30 Procent, einer Base von der angegebenen Zusammensetzung, welcher ich den Namen Conyrin beilegen will, um an die oben angedeutete Beziehung zu erinnern. Die Trennung des Conyrins von dem Coniin hat zunächst einige Schwierigkeit geboten, da beide Basen fast genau denselben Siedepunkt besitzen, gelang aber schliesslich durch das verschiedene Verhalten der salzsauren Salze. Ich gedenke auf die etwas umständliche Darstellung des Conyrins bei Beschreibung einiger anderer Coniinderivate demnächst zurück zu kommen und will daher heute nur noch kurz die Eigenschaften des Conyrins angeben.

Es ist eine farblos durchsichtige Flüssigkeit, welche, zumal im Sonnenlichte, eine prächtige hellblaue Fluorescenz zeigt. Sie besitzt einen eigenthümlichen, nicht unangenehmen Geruch, welcher dem des Pyridins und Picolins ähnelt, aber minder penetrant ist. Das Conyrin ist leichter als Wasser; es siedet constant bei 168—170 unter einem Druck von 0^m758.

Es löst sich mit Leichtigkeit in allen Säuren, die Salze sind aber äusserst löslich und nur schwer zum Krystallisiren zu bringen.

Eine Ausnahme in letzterer Beziehung bildet das Platindoppelsalz, welches in schönen orangegelben, vierseitigen Tafeln krystallisirt. Es ist ziemlich leicht löslich in Wasser, aus dem es sich umkrystallisiren lässt. Auch das Goldsalz krystallisirt leicht. Es bildet lange, gelbe Nadeln, welche im Wasser und Alkohol löslich sind.

Die Zusammensetzung des Conyrins ist durch die Analyse einerseits der Base selbst, andererseits des Platinsalzes festgestellt worden. Die Formel



verlangt folgende Werthe

	Theorie		Versuch	
C ₈	96	79.33	78.78	78.90
H ₁₁	11	9.09	9.10	9.13
N	14	11.58	—	—
	<u>121</u>	<u>100.00</u>		

Dem entsprechend wurden bei der Analyse des Platindoppelsalzes Zahlen gefunden, welche zu der Formel



führen.

	Theorie		Versuch	
C ₁₆	192	29.35	29.42	—
H ₂₄	24	3.37	3.77	—
N ₂	28	4.28	—	—
Pt	197	30.13	—	29.93
Cl ₆	213	32.57	—	—
	<u>654</u>	<u>100.00</u>		

Dass hier wirklich eine Pyridinbase vorliege, ergab sich unzweideutig aus dem Verhalten des Conyrins zum Jodmethyl. Beide Substanzen wirken schon bei gewöhnlicher Temperatur auf einander ein; im geschlossenen Rohr bei 100° ist die Reaction in kurzer Frist vollendet. Es entsteht das Jodid einer Ammoniumbase, welches in Wasser leicht löslich ist und sich aus dieser Lösung auf Zusatz von concentrirtem Alkali als dickflüssiges Öl ausscheidet. Wird dieses Öl mit festem Natronhydrat erhitzt, so entwickelt sich der stechende, die Schleimhaut der Nase unerträglich reizende Geruch, welcher den

Gliedern einer eigenthümlichen, vor einigen Jahren von mir¹ signalisirten, durch Wechselwirkung der alkylirten Ammoniumbasen der Pyridinreihe mit Alkali entstehenden Körpergruppe angehört. Dieser in hohem Grade charakteristische Geruch ist ein nicht zu unterschätzendes Erkennungsmittel der Pyridinbasen.

Das durch Behandlung des Conyrins mit Jodmethyl entstehende Jodid lässt sich mittelst Chlorsilbers leicht in das entsprechende Chlorid überführen, welches beim Abdampfen einen syrupdicken Rückstand hinterlässt. Derselbe erstarrt *in vacuo* zu einer grossstrahligen krystallinischen Masse; seine Lösung liefert mit Platinchlorid ein schön krystallisirtes, schwer lösliches Platinsalz, dessen Analyse die Zusammensetzung der methyilirten Ammoniumbase des Conyrins feststellt. Die Formel



verlangt 28.88 Procent Platin; in dem bei 100° getrocknetem Salze wurden 28.57 Procent gefunden.

Noch darf hier nicht unerwähnt bleiben, dass Basen von der Formel



welche das Conyrin ausdrückt, bereits mehrfach beobachtet worden sind. Ich erinnere an das von ANDERSON² aus dem Knochenöl dargestellte α Collidin, an das von GREVILLE WILLIAMS³ bei der Einwirkung von Ätzkali auf Cinchonin gewonnene β Collidin, an die Aldehyd-Collidine, Aldehydin und Paracollidin, welche nach BAEYER und ADOR⁴ aus Aldehydammoniak, nach KRÄMER aus Aethylidenchlorid und Ammoniak entstehen. Aber alle diese Basen besitzen einen weit höheren Siedepunkt als das Conyrin. α und β Collidin sieden bei 179—180, Aldehydin bei 180—182, Paracollidin sogar erst bei 220—230. Auch finde ich nirgends der auffällenden blauen Fluorescenz erwähnt, welche das Conyrin auszeichnet. Vor einigen Jahren ist jedoch auch noch von CAHOUS und ÉTARD⁵ ein Collidin beobachtet worden, welches beim Durchtreiben von Nicotindämpfen durch glühende Röhren entsteht. Dies siedet gleichfalls bei 170°, zeigt aber eine grosse Neigung zur Polymerisation, eine Eigenschaft, welche dem Cony-

¹ HOFMANN, Monatsberichte 1881, 763.

² ANDERSON, Ann. Chem. Pharm. XCIV. 360.

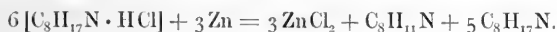
³ GREVILLE WILLIAMS, J. f. p. Chem. LXVI 334.

⁴ BAEYER und ADOR, Ann. Chem. Pharm. CLV 294. KRÄMER, Ber. chem. Ges. III. 202.

⁵ CAHOUS und ÉTARD, C. R. 1881. 1079.

rin völlig abgeht. Ich glaube daher die letztgenannte Base als eine eigenthümliche, bisher noch nicht beobachtete Pyridinbase ansprechen zu dürfen, werde aber nicht ermangeln, durch genaue Vergleichung mit den genannten Collidinen, namentlich durch Oxydationsversuche, Zweifel, welche immerhin noch bleiben, zu entfernen.

Die Bildung des Conyrins unter den Bedingungen, welche im Vorhergehenden beschrieben worden sind, giebt zu mancherlei Betrachtungen Veranlassung. Wollte man annehmen, dass die aus dem Coniin austretenden 6 At. Wasserstoff von den aus der Salzsäure in Freiheit gesetzten Wasserstoffatomen als Molecule entführt werden, so müssten sich bei der Destillation der Mischung von Coniinchlorhydrat mit Zinkstaub auf 1 Mol. Conyrin 5 Mol. Coniin zurückbilden



Dies ist aber keineswegs der Fall. Das Conyrin tritt in weit grösserer Menge auf. Bei der Destillation von 35^g salzsauren Coniins, welches nicht einmal besonders sorgfältig getrocknet worden war, wurden unter Rückbildung von 15^g Coniin 7^g reines Conyrin erhalten. Die wirklich entstandene Menge muss indessen viel mehr betragen haben, da die Trennung und Reinigung nicht unerhebliche Verluste bedingt. Im Sinne der oben gegebenen Gleichung hätten nur 4.3^g Conyrin erhalten werden können. Ebenso hätten sich nach dieser Gleichung aus 10^g salzsauren Coniins nur 1.355¹ Wasserstoff entwickeln können, während in Wirklichkeit aus 10^g nicht weniger als 1.790¹ Gas erhalten wurden. Aus dem Vorstehenden erhellt, dass sich die Reaction keineswegs in dem oben angedeuteten Mechanismus vollzieht. Möglich, dass sich zunächst Wasserstoff in der gedachten Weise abspaltet; das gestörte moleculare Gleichgewicht bedingt aber alsdann eine weitere Umsetzung.

Die eigenthümliche Umbildung des Coniins in einem Reductionsprocesse, die Erzeugung einer Verbindung, welche man eher unter dem Einflusse oxydirender Agentien hätte erwarten sollen, musste mein Interesse begreiflich auch wieder den Veränderungen zulenken, welche das Coniin durch Oxydation erleidet. Es hat sich bei nach dieser Richtung hin unternommenen Untersuchungen herausgestellt, dass sich das Conyrin aus dem Coniin ebensowohl durch Oxydation als durch Reduction erzeugen lässt. Aber es entsteht bei der Oxydation des Coniins nicht nur das Conyrin, sondern es bilden sich sämtliche Zwischenglieder.

Ich hoffe, der Akademie demnächst über diese Zwischenglieder eine ausführlichere Mittheilung zu machen. Heute will ich nur die

Formeln der Verbindungen angeben, deren Zusammensetzung durch die Analyse festgestellt ist.

Octylamin	$C_8H_{19}N$
Coniin	$C_8H_{17}N$
Conicëin	$C_8H_{15}N$
Neue Base	$C_8H_{13}N$
(noch nicht getauft)	
Conyryn	$C_8H_{11}N$.

Ich setze diese Arbeit, welche nach verschiedenen Richtungen zu weiteren Forschungen einladet, fort, möchte aber schon heute Hrn. P. EHESTÄDT, der mich mit grossem Eifer und seltenem Geschick bei derselben unterstützt, meinen besten Dank aussprechen.

Ausgegeben am 3. April.

1884.
XVIII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

3. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. AUWERS (in Vertretung).

1. Hr. MUNK las die Fortsetzung seiner Untersuchungen über die centralen Organe für das Sehen und das Hören bei den Wirbelthieren.

Die Mittheilung wird in einem späteren Sitzungsbericht erscheinen.

2. Hr. HOFMANN machte die umstehend folgende Mittheilung zur Constitution des Coniins.



Zur Constitution des Coniins.

Von A. W. Hofmann.

In der letzten Sitzung habe ich der Akademie Mittheilung über eine eigenthümliche Umbildung gemacht, welche das salzsaure Coniin bei der Destillation mit Zinkstaub erleidet. Das Coniin geht unter diesen Verhältnissen durch Verlust von 6 At. Wasserstoff in eine Base über, welche ich mit dem Namen Conyryn bezeichnet habe. Ich war zunächst geneigt, diese ganz unerwartete Bildung einer wasserstoffärmeren Base aus dem Coniin der Einwirkung des aus der Salzsäure des Salzes entwickelten Wasserstoffs zuzuschreiben, wies aber bereits auf die Unzulänglichkeit dieser Erklärungsweise hin, insofern die Menge des gebildeten Conyryns diejenige, welche im Sinne einer solchen Anschauungsweise erwartet werden durfte, fast um das Doppelte übersteigt. Weitere Versuche, welche seitdem angestellt worden sind, haben in der That gezeigt, dass das Coniin eine ganz ähnliche Umbildung erleidet, wenn es einfach mit Zinkchlorid destillirt wird. Die Zersetzung ist in diesem Falle weniger einfach; es treten nicht-basische Öle auf, anscheinend Kohlenwasserstoffe, aber es werden gleichwohl unter lebhafter Wasserstoffentwicklung reichliche Mengen von Conyryn gebildet. Ich unterlasse es, im Augenblick eine Erklärung dieser auffallenden Erscheinung zu versuchen, bemerke aber schon heute, dass diese Reaction für die Erkenntniss der Natur mancher Basen erwünschte Anhaltspunkte zu geben verspricht und dass ich mir die weitere Verfolgung derselben vorbehalte. In der That erleidet z. B. das Nicotin eine ganz ähnliche Umbildung, indem sich unter Wasserstoffentwicklung eine Base bildet, welche der Pyridinreihe angehört.

Was das Coniin selbst anlangt, so darf man nach der Überführung desselben in Conyryn an dessen Beziehungen zum Pyridin nicht länger mehr zweifeln. Eine solche Beziehung ist bereits von verschiedener Seite angedeutet worden, allein noch fehlte eine thatsächliche Unterlage für diese Auffassung. Ein ausgezeichnete russische Chemiker A. Wischnegradsky, dessen frühen Tod die Wissenschaft zu beklagen hat, glaubt zwar durch directe Oxydation des Coniins eine Pyridincarbonsäure erhalten zu haben¹, allein seine Untersuchung ist unvollendet geblieben. Ich selber habe bei einer in grösserem Maassstabe

¹ A. KRAKAU, Ber. chem. Ges. XIII. 2316.

ausgeführten Oxydation mittelst Permanganat wohl reichliche Mengen von Fettsäuren, zwischen 100° und 250° siedend, gewonnen, bin aber bisher nicht auf eine Pyridincarbonsäure gestossen, deren Bildung nach den jetzt vorliegenden Beobachtungen in hohem Grade wahrscheinlich ist.

Um die Beziehung des Coniins zum Pyridin noch näher zu präcisiren, war es übrigens nöthig, das Conyryn abzubauen. Dies gelingt ohne Schwierigkeit mittelst Permanganat. Es entsteht auf diese Weise eine reichliche Menge der von WEIDEL¹ studirten Picolinsäure, welche durch Bestimmung des Schmelzpunktes (134°) und durch die Analyse des schönen charakteristischen Kupfersalzes identificirt worden ist.

Der Formel



entsprechen folgende Werthe:

	Theorie	Versuch
Kohlenstoff	46.82	46.35
Wasserstoff	2.60	2.64

Die Gegenwart einer Propylgruppe in dem Conyryn und mithin auch in dem Coniin kann also nicht zweifelhaft sein. Das Coniin erscheint demnach als ein sechsfach hydrirtes Propylpyridin. Es muss vor der Hand dahingestellt bleiben, welche der sechs von der Theorie angedeuteten Verbindungen dieser Gattung das Coniin wirklich ist. Hierüber wird sich erst entscheiden lassen, wenn die Natur der Picolinsäure vollständig aufgeklärt sein wird.

Noch verdient hervorgehoben zu werden, dass WISCHNEGRADSKY eine ganz richtige Vorstellung von dem Coniin hatte. Er betrachtete dasselbe allerdings nicht als eine Propyl-, sondern als eine Allylverbindung. Allein damals hatte noch die alte Formel des Coniins Geltung. Wäre ihm schon die neue Formel des Coniins bekannt gewesen, so würde er unzweifelhaft eine Propylgruppe in dem Coniin angenommen haben.

Schliesslich will ich noch anführen, dass die gedachte Auffassung eines Coniins von der Formel



die Existenz dreier Basen von der Formel



andeutet, von denen zwei secundäre sein müssen, während der dritten tertiäre Construction zukommt. Versuche, bei denen ich mich der freundlichen Unterstützung der HH. F. MYLIUS und P. EHESTÄDT zu erfreuen hatte, haben diese Voraussetzung in willkommener Weise bestätigt.

¹ WEIDEL, Ber. chem. Ges. XII. 1989.

1884.

XIX.

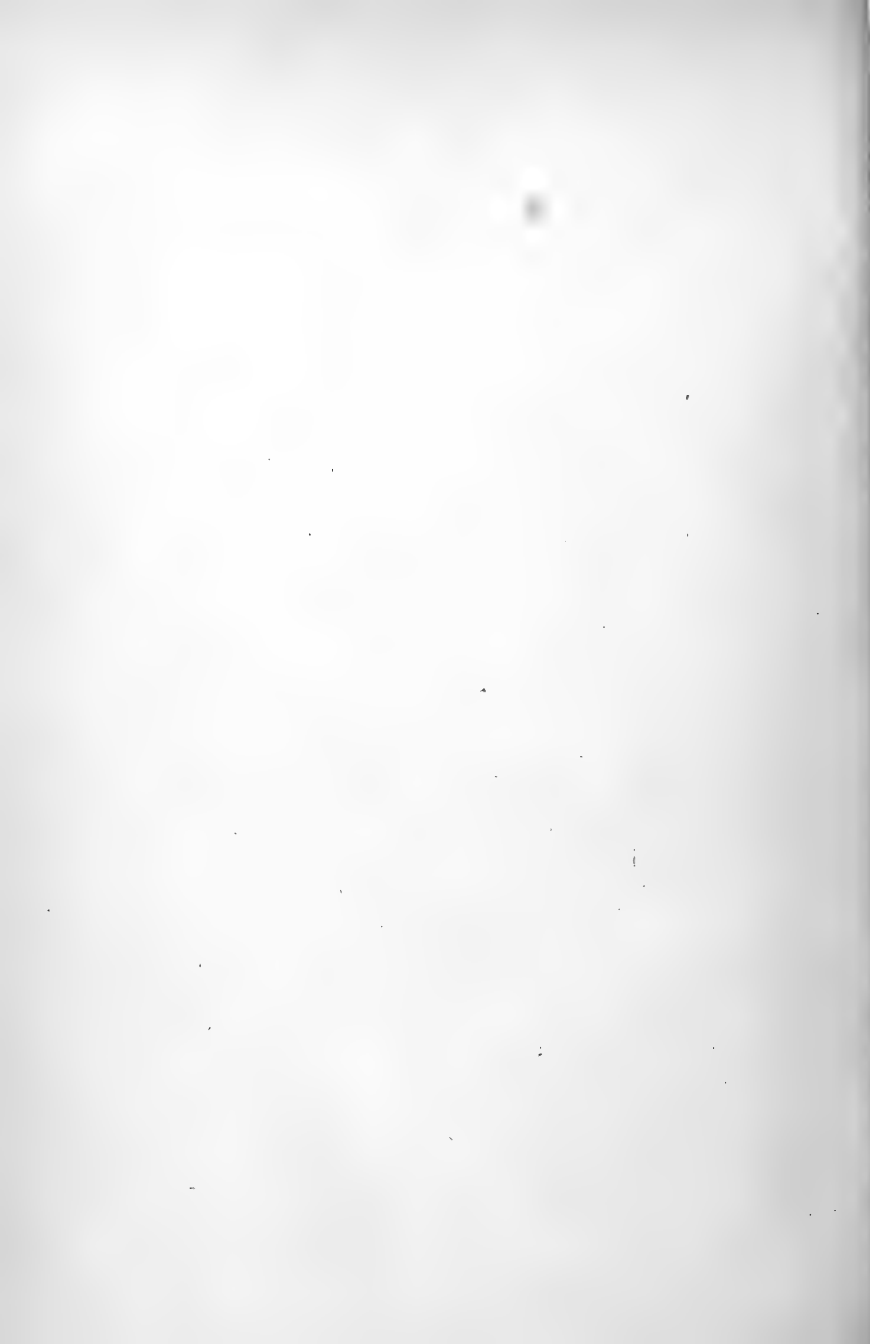
SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

3. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

Hr. WAITZ las über die verschiedenen Recensionen von
OTTOS und RAHEWINS Gesta Friderici I.

Die Mittheilung folgt umstehend.



Über die verschiedenen Recensionen von OTTOS und RAHEWINS Gesta Friderici I.

Von G. WAITZ.

Das Bedürfnis einer neuen Ausgabe von OTTOS und RAHEWINS¹ Gesta Friderici hat mir Veranlassung gegeben, die handschriftliche Überlieferung genauer zu prüfen, und nachdem neuere Untersuchungen bereits auf die Verschiedenheit derselben aufmerksam gemacht und gewisse Mängel der letzten Ausgabe in den Monumenta (SS. XX) zur Sprache gebracht hatten, eine bestimmtere Unterscheidung der vorhandenen, beziehungsweise bisher benutzten Handschriften vorzunehmen. Drei derselben, die beiden Wolfenbütteler, die verschiedenen Classen angehören, und eine Giessener, sind von mir vollständig neu verglichen, bei anderen, auf die es besonders ankam, sind die genauen Collationen von WATTENBACH und BETHMANN benutzt; ich muss dabei den Vorwurf, dass von diesem die Pariser Handschrift (WILMANS 4) 'in der ungenügendsten Weise verglichen worden'², auf das bestimmteste zurückweisen, da die Collation bis auf orthographische Kleinigkeiten hin als durchaus zuverlässig erscheint, wie dies durch gefällige Auskunft, die mir Hr. A. MOLINIER gegeben, bestätigt worden ist. Dagegen lässt die Art, wie WILMANS die Varianten anführt, allerdings das Verhältniss der verschiedenen Überlieferungen oft nicht bestimmt erkennen, ebenso die Gestaltung seines Textes ein bestimmtes Princip vermissen.

Schon die von ihm angeführten Varianten aber zeigen, was eine genauere Untersuchung durchaus bestätigt, dass drei Classen, und wie ich gleich sagen kann, drei Recensionen zu unterscheiden sind, die ich als A, B, C bezeichne.

Zu A gehören die eine Wolfenbütteler und die Giessener Handschriften (von W. 8 und 9 bezeichnet); B ist durch einige der ältesten repräsentiert, eine Wolfenbütteler aus dem Kloster Sittich in Kärnthen

¹ Für diese Form entscheide ich mich mit RIEZLER, Forschungen XVIII, S. 53, obschon Ragewinus und selbst Radewinus ebenfalls handschriftliche Beglaubigung haben.

² JORDAN, Ragewins Gesta S. 8.

stammend (1), die des Klosters Vorau (3), mit denen zwei jüngere Wiener verwandt sind (eine von W. benutzt und 2 bezeichnet; über die andere hat mir Dr. von HEINEMANN einzelne Nachrichten gegeben), und denen sich auch die in einer alten, noch in die Zeit Friedrich I. gesetzten Münchener Handschrift (B*, bei W. 6) enthaltenen Fragmente anschliessen; von C ist allein die gleichfalls alte Pariser, früher Marbacher Handschrift (4) bekannt. Mit ihr stimmt die editio princeps CUSPINIANI so genau überein, dass man geneigt sein müsste, sie für die Grundlage derselben zu halten¹, wenn jener nicht ausdrücklich eine Handschrift des Schottenklosters zu Wien als die bezeichnete, aus welcher die Werke OTTOS, Annales, wie er schreibt, von ihm zum Druck gegeben wurden; sie enthielt aber einen Anhang zum 7. Buch der Chronik, der nach Schwaben hinweist²; und es scheint also, dass sie Abschrift der Pariser, welche nur die Gesta enthält, und einer zweiten der Chronik aus derselben Gegend war.

Alle drei Classen enthalten das Werk OTTOS mit der Fortsetzung des RAHEWIN; es ist nach den Äusserungen dieses (IV. 14) auch nicht zu bezweifeln, dass sie unmittelbar in demselben Bande der Arbeit seines Vorgängers angeschlossen ward. Indem er von dem Tode OTTOS spricht, sagt er: *etiam hunc codicem manibus suis afferri precepit eumque litteratis et religiosis viris tradidit u. s. w.*³ Alle bekannten Handschriften nennen zu Anfang in einer Überschrift beide Autoren. A und C geben hier auch ein Capitelverzeichnis aller vier Bücher, während die Handschriften B ein solches jedem einzelnen Buch voranschicken. Es könnte das geneigt machen A wie C auf eine spätere völlig abgeschlossene Form des Werkes zurückzuführen. Doch zeigt sich dann, dass in A Index und Text keineswegs immer mit einander übereinstimmen, namentlich im letzten Buch diesem Capitel fehlen (19. 20. 22. 35. 36),⁴ die im Index aufgeführt sind, so dass man dahin kommen muss diesen als später hinzugefügt zu betrachten. Denn dass die fehlenden Capitel, sei es willkürlich oder zufällig, weggelassen wurden, ist in keiner Weise

¹ So ist II, 52 eine Randbemerkung zu *ordinari: fieri vel* in C 2, und daraus in alle Ausgaben, WILMANS eingeschlossen, gekommen.

² WILMANS, SS. XX, S. 197, der sich mit Recht gegen die Ansicht HOBENEICHERS, Arch. I, S. 197, ausspricht, dass CUSPINIAN verschiedene Handschriften und darunter auch die Marbacher benutzt habe, dann aber selbst, S. 346, ganz ohne Grund, in den Gesta Friderici Cuspinians Handschrift in nähere Beziehung zu denen der Classe A bringt, mit der sie gar nichts zu thun hat.

³ Vergl. über diese Stelle, die nicht bloss auf die beiden letzten Bücher bezogen werden darf, DITTMAR, De fontibus nonnullis historiae Friderici I. S. 24.

⁴ Ich citiere nach der Eintheilung der neuen Ausgabe, die den Handschriften folgt; die bisher üblichen Zahlen sind am Rande beigegefügt.

wahrscheinlich. Sie enthalten Briefe, die das näher erläutern wollen was vorher erzählt ist, die aber, wie neuerdings nachgewiesen ist, zum Theil den Zusammenhang unterbrechen und an unpassender Stelle eingefügt sind¹. Es kommt hinzu, dass auch sonst die Capitaleintheilung nicht ganz mit dem Index stimmt: mehrere der hier stehenden, sonst regelmässig vor den Capiteln wiederholten Überschriften fehlen im Text. Die ganze Beschaffenheit dieses aber weist bestimmt darauf hin, dass hier eine ältere Gestalt desselben als in den übrigen Handschriften vorliegt.

SIMONSELD hat neuerdings auf eine Stelle aufmerksam gemacht (N. Arch. IX, S. 203 ff.), wo bei RAHEWIN (IV, 43), wie die anderen Handschriften (B. C) sie geben, am Schluss eine Art Widerlegung der vorhergehenden Erzählung steht: *Talis de illo tunc opinio fuerat. Nos tamen audivimus, eundem vere furiosum fuisse et innocenter vitam perdidisse*. Die Worte fehlen in A. Dass ein Schreiber sie weggelassen haben sollte, ist in der That kaum denkbar. Ähnlicher Art ist ein Satz, den JORDAN (S. 8) hervorgehoben hat. (III, 39): *Alii asserunt, hoc negotium clara die consummatum*. Er findet sich nur in C, und WILMANS hat ihn für einen späteren Zusatz erklärt², was insoweit gelten kann, als auch vieles andere einen solchen Charakter an sich trägt, ohne dass es doch den Autoren abgesprochen werden darf. — Aber auch grössere Stücke fehlen in A. zu deren Weglassung offenbar noch viel weniger Grund war. III, 20 der Absatz über den Aufenthalt von Friedrichs Legaten in Cremona und gleich nachher die Erzählung von ihrer Begegnung mit den Vornehmen des Landes, die sich zu den Griechen begeben hatten, und der Behandlung eines derselben durch den Pfalzgrafen Otto: fällt die Stelle weg, so schliesst sich die Darstellung von der Verhandlung mit den Griechen: *Evocatos itaque etc.* viel besser an das Vorhergehende an: IV, 12 über Friedrichs Process gegen Mailand wegen Monza. Noch häufiger sind kleine Auslassungen: in der Vorrede RAHEWINS: *ut ait Josephus*; I, 7: *Unde est illud: In die bonorum ne inmemor sis malorum*; III, 30: *qui aes alienum solvere non possunt*; IV, 84: *ut dicebatur*; IV, 86: *ut de Theodorico quidam scribit*; IV, 5: *a Mediolanensi archiepiscopo prolata*; IV, 15: *quod est circa solstitium brumale*; IV, 46: *valdeque jocundum, ut in his duobus clarissimis viris nostra tempora suum Catonem in uno, in altero*

¹ JORDAN S. 77 ff.

² Er bezweifelt aber ohne Grund durch ein beigefügtes Fragezeichen, dass es in der Pariser Handschrift (C 1, bei ihm 4) steht.

suum Cesarem invenissent; IV, 3 nach principes: et optimates; IV, 13 nach consules: seu potestates; IV, 75 das sehr auffällende und bedenkliche sive curia in dem Satz: pro ipso (den Octavian) concilium dedit sententiam. Nehmen wir hinzu, dass, wie manche Briefe ganz fehlen, andere namentlich im vierten Buch meist nur mit den Anfangsworten angegeben sind, während wohl Raum für dieselben freigelassen ward, so dass es nicht auf Bequemlichkeit des Schreibers zurückgeführt werden kann, zumal einmal am Rand bemerkt ist: hic est defectus, dass ausserdem statt der Namen von Bischöfen und anderen Personen sehr häufig nur der Anfangsbuchstabe oder auch ein ganz unbestimmtes N gesetzt ist — einzeln freilich auch ein Name, den die anderen Texte nicht haben —, so scheint mir nicht zweifelhaft, dass diese Handschriften auf ein Exemplar zurückgehen, das als Entwurf oder erste Gestalt des Werkes zu betrachten ist, bei dem der Autor sich vorbehalten hatte die Urkunden vollständig einreihen zu lassen und an dem später auch sonst noch manches nachzutragen oder zu ändern war. Dabei ist in Anschlag zu bringen, dass die erhaltenen Handschriften gerade auf Freising zurückgehen: die eine (Giessen, A 1) hat am Schluss die Notiz: Anno Domini 1470. per Erasmum Sayn de Frisinga, die andere (Wolfenbüttel, A 2) gehörte dem Veit Arnpeckh. und enthält ausser den Werken Ottos das des Konrad über die Bischöfe von Freising mit ihren Fortsetzungen (SS. XXIV, S. 315). WILMANS hat wahrscheinlich machen wollen (SS. XX, S. 112), dass beide aus einem Codex jenes Konrad von Freising stammen. Doch liegt bei A 1 dazu gar kein Grund vor; sie ist aber die ältere: manches spricht dafür A 2 auf sie zurückzuführen¹, doch finden sich auch Abweichungen, die diese Annahme zweifelhaft erscheinen lassen. Jedenfalls berechtigt nichts, dem Konrad diese Recension zuzuschreiben. Wohl aber mochte gerade in Freising sich ein Exemplar des ursprünglichen Textes erhalten haben, aus dem die Vorlage dieser Handschriften² geflossen ist. Auf ein Concept, das wenig deutlich, mit zahlreichen Abkürzungen geschrieben war, kann auch die im einzelnen grosse Fehlerhaftigkeit derselben hinweisen.

¹ Die auffallendste Stelle ist wohl I, 33, wo die Worte ad fluvium statt ejusdem fluvii — Maraha est fluvius am unteren Rande später ergänzt, am Anfang der folgenden Seite Maraha fluvius getilgt ist und der Strich auch das folgende limes berührt hat, und nun in A 2 auch dies fehlt.

² Ältere der Classe sind nicht bekannt. Eine Regensburger in der fürstlich Thurn- und Taxis'schen Bibliothek, die mir gefälligst mitgeteilt, ist eine Abschrift von A 1; eine früher in der Kraft'schen Bibliothek zu Ulm befindlich (SHELHORN Amoen. liter. III, 36) ohne Zweifel identisch mit der jetzt Giessener, die aus der Senkenberg'schen Bibliothek stammt.

Trotz dieser Fehler aber ist nicht zu verkennen, dass hier eine eigenthümliche Recension vorliegt, die nicht bloss durch die angegebenen Auslassungen charakterisiert ist: es finden sich auch grössere und kleinere Zusätze oder abweichende Lesarten, die durchaus den Stempel der Ursprünglichkeit an sich tragen.

Nur A hat II. 46 in der berühmten Stelle Ottos über das Hundetragen die Worte *rusticus aratri rotam*, die später, wohl eher aus Versehen als mit Absicht, weggeblieben sind¹, die jedenfalls kein Schreiber hinzufügen konnte; III, 20 wird zu *aliis civitatibus* hinzugefügt: *videlicet Mantua, Cremona, Papia*; III, 19 bei der Schilderung von Friedrichs Gesandten, dem Erzbischof Reinald und dem Pfalzgrafen Otto: *apud alterum miseris profugium erat, apud alterum malis perniciēs*; III, 40, wo der Text B C lautet: *per paucos sive sagittarios sive fundibularios incautos sauciando, temeritatis atque audaciae suae magnitudinem ostentare conabantur*: — gewiss wenig verständlich, wie die Verwundung sehr weniger Bogenschützen ein Beweis grosser Kühnheit und Verwegenheit sein soll — steht in A: *per paucos sive sagittarios sive fundibularios, interdum etiam per gladiatores adversum semiliciam commoverunt, nostrosque sive prudentes sive incautos sauciando, temeritatis atque audaciae suae magnitudinem ostentare conabantur*. Anders ist es, wenn III, 26 unter den Theilnehmern am Italienischen Zug 1158 auch der Herzog Heinrich der Löwe aufgeführt wird: RAHEWIN musste später den Irrthum einsehen und hat ohne Zweifel den Namen nachträglich gestrichen².

Entschieden die richtige Lesart hat A allein III, 23 in dem Brief des Papstes: *Heinricum tituli sanctorum Nerei et Achillei presbiterum et Jacinetum Sanctae Mariae in Cosmidin diaconem cardinalem*, wo B und C *presbiterum* fortlassen und entweder geradezu *diaconos* haben oder in der abgekürzten Schreibung *diac̄, diacon̄*. (nur eine Handschrift, B 3, hat *diaconum*) die Beziehung auch auf Heinrich nahe legen, der nicht *Diaconus*, sondern eben *Cardinalpriester* war und auch an anderen Stellen richtig so bezeichnet wird. Ein paar Mal, wo aufgenommene Actenstücke auch in anderer Überlieferung erhalten sind, I, 59 in dem Glaubensbekenntnis der Gallischen Bischöfe, III, 9 in einem Brief des Papstes Hadrian werden einzelne Lesarten von A durch sie bestätigt. Ebenso wird man auch an anderen Stellen, wo das was A hat sich empfiehlt, nicht willkürliche Verbesserungen, sondern die ursprüngliche Schrei-

¹ Sie fehlen auch in der Ausgabe Cuspinians und sind erst später von Pithoeus nachgetragen, von Urstisius in den Text aufgenommen worden.

bung der Autoren erkennen: II, 13 ut vere deliciarum hortus, statt utve d. h., nur in B 3 nachträglich auch so corrigiert; II, 21 Nulla enim res statt des grammatisch ganz unerklärlichen Nulla enim: ebend. hauriendi aviditas statt des einfachen aviditas: II, 26 baleare instrumentum artificiose instruunt statt bloss b. i. instruunt; II, 49 ad nos usque rumor pervenit, wo das den anderen fehlende rumor kaum entbehrt werden kann; III, 46 bonorum virorum statt bonorum; III, 53 mediocri aditu statt aditu: IV, 69 spiculis excipiunt statt einfach excipiunt, und nec longum laetati Cremonenses statt bloss n. l. Cremonenses. Doch will ich nicht gerade jeden Zusatz der Art für authentisch erklären: nicht immer findet, wo eine andere Überlieferung von Briefen vorliegt, die Lesart von A hier Bestätigung (so nicht I, 50 Brief P. Innocenz II errorum vestrorum statt errorum). Anderswo stehen einzelne Worte mehr, die möglicher Weise später absichtlich weggelassen sein können, die aber immer als ältere Fassung Interesse haben: II, 34 zu hostes imperii: et aeclesiae; III, 15: unius domus, unius rei publicae pater familias, eingeschaltet et gubernator, haberetur; III, 31 in dem Satz: Fridericus autem per aliquot dies opperiens ebenso regali mansuetudine eingeschoben; IV, 23: immo in vestram; IV, 69: licet maxima difficultate, Worte, die von allen diesen Zusätzen allein in die späteren Ausgaben Aufnahme gefunden haben, während sie in der editio princeps fehlen, da Pithoeus gegen Ende seines Drucks eine Handschrift dieser Classe (A 2) erhielt; IV, 38 nach venditores harum rerum: et socios hostium, und gleich nachher statt Mediolanenses autem omnium rerum... copiam: M. a. frumenti aliarumque omnium rerum c. Es nähert sich das den Fällen, wo überhaupt eine etwas andere Fassung vorliegt: II, 30: Francorum virtus in adiutorium tuum ascita est statt: F. v. invitatione a. e.; II, 40: non modico sudore statt: cum multo s.; III, 10: acerbitudinis seu amaritudinis statt: acedinis; IV, 83: fortassis obscurior fama subtrahit statt: invida bonis fama difficilius subtrahet, si scribenda celebratur; III, 30: dum castrum... occupassent (die Veroneser) statt: dum castrum... Turisindus civis eorum cum suis fautoribus occupasset. — Eine sehr wichtige Stelle ist IV, 33 in dem Brief des Bischofs Eberhard von Bamberg, wo von den Forderungen des Papstes die Rede ist, wie alle Ausgaben lesen: De possessionibus aeclesiae Romanae restituendis et tributis Ferrariae, Massae, Ficorolii, totius terrae cometissae Mahtildis, totius terrae quae ab Aquapendente est usque Romam u. s. w. Nirgends ist sonst von Tri-

buten die Rede, welche der Papst aus diesen Landschaften gefordert, sondern die Lande selbst nahm er in Anspruch¹. Die Handschriften der Classe B haben: *restituendis tributa*, womit nichts anzufangen war, A aber liest: *restituendis, Tiburti, Ferrariæ u. s. w.*, so dass mit Tibur die Aufzählung der von Rom geforderten Landschaften beginnt, wie es denn in der That dazu gehörte (FICKER, *Forschungen* Z. St. u. R. G. Italiens II, S. 306) und die anstössigen *tributa* ganz verschwinden. Hiernach darf man es wohl auch nicht für spätere Änderung, sondern das ursprünglich Bessere halten, wenn A zweimal, II, 1 und IV, 14 die richtigen Zahlen hat, 1152 und 1158, statt 1154 und 1159 der anderen Handschriften. — An einer schwierigen Stelle scheint A wenigstens Spuren des Ursprünglichen erhalten zu haben, wenn auch der Text selbst nicht als correct gelten kann. Es handelt sich IV, 14 um die Aufzählung der Geschwister OTTOS, wo nach den beiden Brüdern in den Handschriften B (und daraus bei WILMANS) gelesen wird: *neenon et sororibus, Gerdruda ducissa Boemiae et Berhta ducissa Polanorum ac Ita marchionissa de Monte-ferrato, consobrina imperatrice Hispaniae Gerdrude*. Abgesehen davon, dass das ohne Conjunction angeschlossene *consobrina* Anstoss erregt, kommt in Betracht, dass die Herzogin von Polen nicht Bertha war, sondern Agnes, Bertha vielmehr dem Burggrafen von Regensburg vermählt, sodann die Kaiserin von Spanien (Gemahlin Alfons VII.) nicht Gerdrud, sondern Richildis oder Rica hiess, auch nicht *consobrina*, sondern *neptis* des Bischofs OTTO war, die Tochter der zu Anfang genannten Gerdrud. A 2 liess nun statt dessen²: *ducissa Boemiae, Berta, ducissa Polanorum Agnete, ac enim Magar. marchionissa de Monte-ferreo, N. imperatrice Hispanie genitricæ*: A 1 dagegen nach Polanorum nur: *ac enim marchionissa*. In beiden ist der Name der Herzogin von Böhmen weggelassen, die von Polen heisst in A 2 richtig Agnes, dann steht enim wie oft für N (das bekanntlich auch Abkürzung von enim sein kann): A 2 hat noch ein falsches Magar., das vielleicht aus dem folgenden marchionissa entstanden ist, zuletzt ohne Namen und offenbar durch einen Schreibfehler zusammen *imperatrice* und *genitricæ*. Statt dessen hat die Classe C: *N. imperatricis Hispaniae genitricæ*, und fügt ausserdem zu Anfang die Namen Gerdrud für die Herzogin von Böhmen hinzu. Der Autor verkannte, dass die Mutter der Kaiserin von Spanien, deren Namen er nicht wusste, identisch

¹ PRUTZ, Friedrich I. Bd. I, S. 202, geht über die Schwierigkeit hinweg, indem er von der Rückgabe aller Besitzungen und Einkünfte der Kirche spricht.

² Erst später ist hier wie an anderen Stellen die Lesart eines Codex B hinein corrigiert oder doch überschrieben.

war mit der Herzogin von Böhmen, der Redactor von B war nicht klüger, wusste aber den Namen und änderte *genitrice* in *Gerdrude*, brachte endlich ein ganz verkehrtes *consobrina* hinein (das übrigens in der einen Wiener Handschrift fehlt), das richtige *'Agnete'* aber ging verloren¹.

Wie an dieser Stelle B und C aus einander gehen, so häufig genug auch sonst, und nicht ganz leicht ist es über ihr Verhältnis zu einander und zu A ins Reine zu kommen. An den meisten Stellen, die vorher besprochen sind, stehen sie gemeinschaftlich A gegenüber, haben dasselbe Plus und dieselben Lücken, so dass sie aus einem Exemplar stammen müssen, in welchem schon diese Veränderungen vor sich gegangen waren. Aber oft genug gehen sie aus einander, und bald schliesst sich dann B, bald C näher an A an.

Gleich zu Anfang, wo von der Wahl des Wibert zum Papst die Rede ist, fügen A und B zu dem Namen *Clemens* hinzu: *vel potius demens*, was von WILMANS in die Note verwiesen ist, und was man an sich vielleicht kaum geneigt sein möchte dem OTTO zuzutrauen, nun aber doch ihm vindiciert werden muss.

Den Brief des Papstes Eugen an Kaiser Konrad III. (I. 63) theilen beide nur unvollständig mit, und nicht so, dass nur der Anfang gegeben und die weitere Einschaltung offen gelassen wird, sondern gegen die Mitte hin abbrechend mit einem *Caetera in hunc modum*. Dass auch sonst A und B vieles fehlt was C hat, ist nachher darzulegen. Aber auch in einzelnen Lesarten stimmen sie zusammen; so I, 25 in dem Brief des Kaisers Johannes *ad tuam nobilitatem* statt *ad tuam voluntatem*; IV, 25 Hubaldus und Ubaldus statt des richtigen Wibaldus, aber wohl so geschrieben; auch wo der Text entschieden fehlerhaft ist, wie I, 22: *uxorem accepit generavit*, wo das letzte Wort ganz überflüssig steht, vielleicht als andere Fassung in dem Original übergeschrieben war: oder wo einfache Schreibfehler vorliegen, I, 49, wo *facetus* (*facet'*) statt *facetiis* steht.

Andererseits fehlt es nicht an Fehlern, die B eigenthümlich sind. Ich spreche hier nicht von Stellen, wo die Handschriften dieser Classe, z. Th. die ältesten die wir haben und noch dem 12. Jahrhundert angehörig, Worte oder nothwendige Satztheile weglassen; I, 20 ein nicht zu entbehrendes *aperitur*, I, 25 in dem Brief Konrads *si tuae*, I, 55 *vocis*, *regulam* und nochmals *regulas*; II, 21 die im Zusammenhang durchaus nothwendigen Worte: *objectu expositum jussa est a principe a Mediolani*; II, 33: *nunc hos illos ad*

¹ Wäre A 2 aus A 1 abgeschrieben, müsste der Schreiber es ergänzt haben, was allerdings nicht geradezu als unmöglich erscheint.

pontem usque repellere; III, 20 in der Eidesformel: *et quicquid in ea juris habere debet vel in omni virtute comitatus, vel episcopatus N.* wo in den beiden letzten Fällen der Ausfall sich schon durch ein gleiches oder ähnliches Schlusswort im vorhergehenden Satz (*propellere, civitatem N.*) erklärt. Denselben Charakter haben Fehler, die auf Verlesen beruhen, I, 48 *huiusmodi* statt *habuimus*, I, 56 *numquam* statt *non quam*, II, 47 *majoribus* statt *maribus*, und was der Art mehr ist, alles nicht bloss in einer Handschrift, sondern in allen drei der Classe, von denen keine, soviel ich sehe, aus der andern abgeleitet werden kann. Es wird ohne Zweifel auf Versehen eines Schreibers desjenigen Codex beruhen, welcher jenen und der nahe verwandten, vielleicht noch älteren, aber nur Excerpte enthaltenden (B*) zu grunde liegt. Wesentlich verschieden sind Fälle, wo der Text wirklich geändert, und zwar fehlerhaft geändert ist. Dahin gehört schon die vorher besprochene Stelle über die Schwestern OTTOS, die ganz entstellt ward. IV, 14 ist der Name des Würzburger Bischofs, wie häufig, in A nicht genannt; B schreibt *Heinricus*; aber nicht um diesen, sondern um seinen Vorgänger Gebhard, wie C richtig den Namen ergänzt hat, handelt es sich. Der Irrthum entstand, da Heinrich ohne Zweifel zur Zeit des Redactors das Bisthum innehatte. Schlimmer noch ist ein anderer Fall. III, 15a in einem Capitel, das in A eine andere Stelle hat, steht in C, dass Friedrich Ostern gefeiert habe *apud ecclesiam sancti Guiberti*. Dafür setzt B: *apud Quitilinburch*, während A den Ort unbestimmt durch N angedeutet hatte. Bekanntlich war in Quedlinburg das Kloster dem h. Wibert geweiht, und wer die Änderung vornahm mochte glauben die Stelle nur deutlicher zu machen. Es handelt sich aber, wie aus Urkunden nachgewiesen ist, um das Stift S. Swiberti, d. i. Kaiserswerth auf einer Insel des Rheins, und die Erzählung ist also durch die Änderung wesentlich entstellt. Darnach werden auch andere kleinere Abweichungen oder Zusätze wenig Vertrauen haben: II, 39 statt *navibus: ponte de navibus*; II, 49 statt *patrisque: ut pridem patris*, III, 38 eingefügt *et sagittariis*; was freilich nicht ausschliesst, dass einzeln auch eine bessere Lesart sich findet, wie I, 53 ein nicht wohl zu entbehrendes *gravem*; I, 46 *Salumbria* statt des offenbar irrigem, wenn auch vielleicht von Otto geschriebenen *Salubria*. Als absichtliche Änderung erscheint III, 19 *paulo mitior animus* statt *mansuetudo et misericordia* in A, durch ein hinzugefügtes *necessaria* verstärkt in C; ein Zusatz zu A ist IV, 3: *archiepiscopo suo Anselmo nuper in obsidione Mediolani defuncto*, wofür C nur kurz hat: *Anselmo nuper defuncto*. Einzelnes mag absichtlich weggelassen sein, wie II, 34 *quantum poterat* vor *recreavit*. Charak-

teristisch ist auch, dass die Handschriften dieser Classe meist die Eigennamen in mehr Deutschen Formen geben. *Ödalricus*, *Conradus* und *Chönnradus*, *Willelhelmus*, *Adilbertus*, *Gislebertus* statt *Ulricus*, *Wilhelmus*, *Albertus*, *Gilebertus*. *WILMANS* hat, wie von ihm überhaupt schon des Alters wegen diese Handschriften bevorzugt sind, solche Formen meist in den Text gesetzt. Soviel ich sehe, haben aber *OTTO* und *RAHEWIN* sich mehr der kürzeren latinisierenden Schreibungen bedient, mitunter sogar wie absichtlich besser klingende Formen gebildet; *Suevus* statt *Sveno* u. s. w.

Man wird hiernach entschieden Bedenken tragen müssen, die Recension B dem *RAHEWIN* selbst zuzuschreiben. Allerdings findet sich nur in einer Handschrift dieser Classe (B 1: die zwei anderen B 2 und 3 und die zweite Wiener sind am Ende defect) und theilweise in B* die kurze Darstellung der Jahre 1160—1170, die man geneigt ist, als Entwurf für eine weitere Fortsetzung dem *RAHEWIN* zu vindicieren (*WILMANS*, SS. XX, S. 344). Auch mag man in Anschlag bringen, dass in der Vorrede zum 3. Buch, wo der Autor seine Stellung bezeichnet, nur B hinzufügt: *dignitate praepositus*. In dieser Würde erscheint er erst in den Jahren 1168 und 1170, und jedenfalls war er es 1158 noch nicht (*PRUTZ*, *Radewin* S. 8). Es ist also ein späterer Zusatz, aber dass er von ihm selber herrührt, lässt sich nicht darthun. Und jedenfalls genügen diese Umstände nicht, um *RAHEWIN* selbst für die Verschlimmbesserungen des Textes, die sich finden, verantwortlich zu machen.

Wesentliches kommt hierbei auch auf das Verhältniss zu der dritten Recension (C) an. Auffallend ist folgende Stelle. IV, 17 wird von dem Brand des Doms in Speier und dass viele durch den Einsturz der Mauer getödtet seien erzählt. A hat dies ohne weitere Bemerkung als *Factum*; B fügt hinzu: *ut audivimus*; C ein paar Worte später: *sicut tunc fama fuit*. Jenes wird zuerst als das Ursprüngliche erscheinen, dies als spätere Fassung. Doch bemerke ich, dass C offenbar B nicht gekannt hat, sondern auf A, oder vielmehr die vermehrte Ableitung von A zurückgeht. Einigermassen verwandt ist eine Stelle I, 57, wo der ursprüngliche Text lautet: *dumque nos a Turcis dispersi Jerusalem tendentes per altum navigaremus aequor*, C aber hat: *dumque a Turcis dispersi populi* u. s. w., allerdings unter Beibehaltung des nun kaum noch passenden *navigaremus*. An der ersten Stelle entspricht das *et tunc fama fuit* dem *tunc opinio fuerat* des Zusatzes zu IV, 43, den A und B beide haben, und ganz dieselben Worte giebt A III, 20, wo es in B und C weggelassen ist. Etwas anderer Art ist der Zusatz zu III, 39, den C allein hat (oben S. 333). Aber auch sonst fehlt es

hier nicht an Erweiterungen des ursprünglichen Textes: IV, 18 die etwas genauere Angabe von dem Tod des Erzbischofs Anselm von Ravenna; I, 31 den Zusatz *quod et Bresbure*; II, 21 *qui Tanera vulgo dicitur*, III, 33: *quorum unus erat Johannes dux et maior de exarchatu Ravennatensium*; III, 40: *nomine Statius*, dem entsprechend häufig die in A und B fehlenden Namen ergänzt oder ausgeschrieben werden (so auch III, 14 richtig *Labezlaus*, wo B und A 1 das unbestimmte N, A 2 aber fehlerhaft *Bolislaus* haben). Charakteristisch sind ausserdem die Einschaltungen III, 19: *ut alias de quibusdam dicitur*; III, 30: *sicut alibi de quibusdam dicitur*; III, 45: *ut ait quidam* — Wendungen, wie sie RAHEWIN liebt (IV, 14. 26. 71; IV, 46). In A sind solche Citate seltener als in B, hier wieder weniger häufig als in C: es mochte später angemessen erscheinen auf die Gewährsmänner einzelner eigenthümlicher Bezeichnungen hinzuweisen. Mehr den Charakter einer Erweiterung des Ausdrucks oder einer Erklärung hat es, wenn IV, 14 zu *tumulo* hinzugefügt wird: *seu cenotaphio*. Andere Einschaltungen sind: ebendasselbst *anteactis temporibus*; III, 20 *spe lucri*; IV, 30 *ac facilitate*; IV, 14, wo der Autor Friedrich neben der *saevitia et caecitatem* der fortuna empfinden lässt. Seltener sind Auslassungen. Auffallend ist ausser der schon besprochenen *vel potius demens* besonders IV, 68 die der Worte *ut stratoris officium*: doch fehlt hier die einzige bekannte Handschrift dieser Recension, und wir sind allein auf Cuspinians Ausgabe angewiesen, die möglicher Weise, absichtlich oder unabsichtlich, diese Worte beseitigt haben könnte. Ite und da ist der Ausdruck geändert; II, 28 ward aus der *furens plebs* eine *stolida*; III, 19 steht statt *viros: heroas*, ein Ausdruck den RAHEWIN liebt; III, 29 *fructum magnificum recepturi* in A ist geändert *fr. congruo tempore r.* An manchen Stellen stimmt auch C näher mit A als mit B: so haben jene I, 38 *Noricum seu Norenberch*, wie OTTO auch sonst zu schreiben pflegt, statt des einfachen *Norenberch*; III, 10 lesen sie *fida satis interpretatione* statt des stärkeren *fida nimis interpretatione* von B, eine jedenfalls nicht gleichgültige Verschiedenheit, da es sich um die Erklärung des vom Papst Hadrian gebrauchten Wortes *beneficium* handelt. Auch haben nur A und C die stammbaumähnliche Tafel, welche OTTO seiner Exposition über das Wesen des Guten (*bonum*: I, 65) hinzugefügt hat.

Man wird nach alledem nicht zweifeln können, in C eine letzte, von B unabhängige Redaction der Gesta anzuerkennen. Ich sehe auch keinen Grund sie dem RAHEWIN selbst abzusprechen, wenn es auch immer möglich ist, dass in einem Exemplar des Werkes, sei es von

den Männern des Hofes, denen er es zur Revision übersandte, sei es von anderen, später einzelne Änderungen vorgenommen sind.

Alle drei Recensionen sind übrigens auf ein gemeinsames Original zurückzuführen. Dafür sprechen Fehler oder doch Schreibweisen, die allen gemeinsam sind. Wirkliche Fehler werden am ersten da vorgekommen und stehen geblieben sein, wo fremde Stücke in den Text aufgenommen wurden, sei es, dass schon die zu gebote stehenden Abschriften sie hatten oder sie beim mehr mechanischen Abschreiben begangen wurden. So lesen alle I, 43 in dem Brief Bernhards von Clairvaux *parum* statt *patrum*, III, 9 in einem Schreiben Papst Hadrians *seviciam* statt *seu etiam*. Aber auch im eigenen Text kommt ähnliches vor, namentlich bei Namen. II, 11 steht überall statt *Havelbergensis*: *Hamelb.*, während doch anderswo der Bischof Anselm, um den es sich handelt, richtig bezeichnet ist; III, 1 haben alle *Justulam* statt *Vistulam* als Bezeichnung der Oder, ein Schreibfehler (Ju statt Vi), wie er wohl öfter vorkommt, wie man ihn aber doch kaum dem Autor zutrauen wird, und wie er, wenn man etwa an dictieren denken will, nicht leicht entstanden sein kann. Ähnlich erscheint das auffallende, mehrfach wiederholte *Polimia* statt *Polonia*, das man auf die Form *Polunia* hat zurückführen wollen, das sich aber auch in der Chronik in der grossen Mehrzahl der Handschriften findet (SS. XX, S. 259) und bei der Constanx der Überlieferung schwerlich aus dem Text entfernt werden darf. Auch den *comes Waidemorensis* oder *Wademonensis* (I, 46) kann man hierher rechnen, da das Wort offenbar für *Waldemontensis* (*Vaudemont*) steht (wie schon WILKEN, *Gesch. d. Kreuzzüge* III, S. 96 vorgeschlagen hat; ebenso GIESEBRECHT IV, S. 477); IV, 69 steht auch *Arrah* statt *Urah*; II, 49 *Corbagensis* in Handschriften aller drei Classen, nur in einer *Corbejensis*, wie allerdings anderswo geschrieben ist, was hier aber als Änderung erscheint, die man sich nicht für berechtigt halten mag in den Text aufzunehmen.

Dieser und die kritische Untersuchung, welche hier angestellt ist, können nicht über die immerhin reiche und zum Theil alte handschriftliche Überlieferung hinausgehen. Darum liegt es auch ferne, an dieser Stelle die von anderer Seite (JORDAN S. 73 ff.) angeregte Frage zu behandeln, ob innere Gründe dafür sprechen, noch weiter als es die Handschriften an die Hand geben, eine allmähliche Entstehung des dem RAHEWIN angehörigen Theils der Arbeit anzunehmen.

Gorgias und Empedokles.

Von H. DIELS.

(Vorgetragen am 21. Februar [s. oben S. 111].)

Es kann auffallen, dass das System des Empedokles, das bei fast allen späteren Philosophen bis zu den christlichen Häresiologen hinunter Beachtung gefunden hat, auf die unmittelbaren Zeitgenossen nicht stärker gewirkt hat. Denn obgleich die Macht seiner Lehre noch durch eine ungewöhnliche Persönlichkeit unterstützt wurde, erlosch doch die Schule mit dem Stifter; eine Diadoche des Empedokles hat es nie gegeben. Der Grund dieser merkwürdigen Erscheinung darf vielleicht in dem zu wenig originellen Gehalte seiner Physik gesucht werden, da er sich an Pythagoras, Heraklit, Parmenides und andere Vorgänger anlehnd die heterogenen Bestandteile nicht vollkommen einheitlich zu verschmelzen gewusst hat. Sein System ist ähnlich wie das des Diogenes von Apollonia ein interessanter Eklekticismus. Sodann aber schwankt er gerade in dem wichtigsten Punkte, der von nun an die Geister beschäftigt, in der Frage nach der Wahrheit unserer Erkenntnis, hilflos hin und her. Als daher die Freude an der Erklärung des naturwissenschaftlichen Details mehr und mehr abnahm, die erkenntnistheoretische Frage dagegen immer lauter und dringender aufgeworfen wurde, da musste ein Schüler des Empedokles wehr- und waffenlos den Gegnern gegenüberstehen. Was halfen alle die sinnreichen Erklärungen über Weltentstehung und -Untergang, über Ursprung der Organismen, ihre kunstvolle Gliederung und Einrichtung, wenn die Wahrheit dieser Offenbarung so zweifelhaft angekündigt und mit so viel Skepsis gegen die sinnliche Wahrnehmung begleitet wurde, über die sich der Philosoph doch gar nicht erheben konnte und wollte?¹ Wie dieser Conflict eines Empedokleers mit dem

¹ Skeptisch klingt V. 2 STEIN *στεινοὶ μὲν γὰρ παλάμαι κατὰ ὅλην τέταται* (so, nicht *κέρωνται* haben wol richtig die Voll. Herc. VII 1871 f. 22 [GOMPERZ, *Wiener Stud.* II 140] vergl. 288) und 8 *οὕτως οὐτ' ἐπιδερχάται τὰδ' ἀνδράσιν οὐδ' ἐπακουστά οὔτε νόγ περὶ ἀνθρώπων*. Namentlich stellt er sich in der Polemik gegen die *ἀλήθειαι* des Parmenides V. 11 ff. sehr vorsichtig und bescheiden. Aber im Verlaufe der Darstellung gewinnt der Dogmatismus Überhand (V. 55) und während man nach den skeptischen Bemerkungen

fortgeschrittenen Zeitgeist sich in Wirklichkeit gestaltete, zeigt uns das Beispiel des Gorgias. Die Stellung dieses Sophisten, oder wie er sich selbst nannte, Rhetors, an der Spitze der attischen Kunstprosa ist gerade in neuerer Zeit öfter besprochen worden und steht hinlänglich fest, aber die Wandlung, welche sich mit ihm vollzog, ehe er in der Rhetorik seinen wahren Beruf erkannte, ist noch nicht im Zusammenhange betrachtet worden; und doch scheinen mir die Etappen, welche er während seines über hundertjährigen Lebens in seiner Entwicklung zurückgelegt hat, typisch zu sein für den ganzen Verlauf der geistigen Revolution, als deren Stimmführer die Sophisten erscheinen.

Die Verbindung des Gorgias mit Empedokles wird mehrfach bezeugt. Satyros¹ berichtet, er sei sein Schüler gewesen, ja er habe nach seiner eigenen Angabe an den Geisterbeschwörungen des Empedokles teil genommen. So wenig dieser Bericht irgendwie authentisch ist, so glaublich muss doch an und für sich ein näheres Verhältniß zwischen den beiden Zeitgenossen und Landsleuten erscheinen. Man braucht nicht gerade von einem directen Schülerverhältnisse zwischen Gorgias und dem etwa zehn Jahre älteren Empedokles zu sprechen²,

kungen des Anfangs etwas der Δόξα des Parmenides Ähnliches erwartet, verkündet er V. 86 den λόγον στόλον οὐκ ἀπατηλόν, womit er auf Parmen. 115 (Einl. der Δόξα) κόσμον ἑμὸν ἐπὶ πύρρῳ ἀπατηλόν antwortet. Mit V. 129 Σεῦ πάρα μύθῳ ἀκούσας steht er bereits ganz auf Parmenideischem Standpunkt und in den Katharmen ist der Vorsatz der Physik, nicht ὁδὸς πλέον εἰπὼν (V. 17) so völlig vergessen, dass er als θεὸς ἀμβροτος οὐκέτι Σηκτός (v. 355) seine Orakel spendet. S. V. 366.

¹ Diog. VIII 58 φησὶ δὲ Σάτυρος ἐν τοῖς βίοις ὅτι καὶ ἱατρός ἦν καὶ ῥήτωρ ἀριστος. Γοργίαν γοῦν τὸν Λεοντίνοιν αὐτοῦ γενέσθαι μαθητὴν ἄνδρα ὑπερέχοντα ἐν ῥητορικῇ καὶ τέχνῃ ἀπολελοιπότα... 59 τοῦτον φησι ὁ Σάτυρος λέγειν, ὡς αὐτὸς παρῆν τῷ Εὐαποδοκλεῖ γοητεύοντι. ἀλλὰ καὶ αὐτὸν διὰ τῶν ποιημάτων ἐπαγγέλλεσθαι τοῦτο τε καὶ ἄλλα πλεῖον. Er führt dann die Verse φάσμακα δ' ὅττα γηγῆτι an, aus denen sich die bekannten Fabeleien über Empedokles Wunder entwickelt haben. Populär ist daraus namentlich die Erzählung von der Wundererweckung der Scheintodten geworden, nachdem sie Herakleides der Pontiker, wie er fingiert nach dem Berichte des Pausanias (Diog. VIII 60. 67) in seinen philosophischen Roman *Περὶ νόσων* eingeführt hatte. Die Alexandriner haben dann manches davon variiert (Hermippos). Es ist nicht glaublich, was Satyros berichtet, Gorgias selbst habe die γοητεία seines Lehrers erzählt, wenigstens nicht mit diesem Worte, das wol immer verrufen war (s. Plato Menon p. 80 B. Legg. I 649 A Gorg. selbst Hel. 14. S. 157, 4 Bl.). Vielleicht ist der ganze Bericht aus dem *Ψυικός* des Alkidamas, worin Gorgias als Führer des Gesprächs von seinem Lehrer Empedokles Wahrheit und Dichtung erzählt zu haben scheint, wie es das Recht des Dialogs ist. S. S. 358.

² Man setzt Empedokles jetzt gewöhnlich ca. 492—432. (Zeller I⁴ 678¹). Mich bestimmte früher die durch Apollodor überlieferte Notiz, er habe an dem Kriege gegen Athen teilgenommen, auf 484—424 herunterzugehen (Rh. Mus. 31, 39), indem ich mit STEINHART den früheren Krieg 427—424 verstand. Apollodor freilich dachte nicht, wie ZELLER mir einwirft, an den ersten, sondern an den bekannten von 415—413 und konnte diesen natürlich mit dem Alter von 60 Jahren nicht recht vereinigen.

aber ein bestimmender Einfluss des Philosophen tritt doch deutlich hervor in dem, was von Gorgias' physikalischen Ansichten verlautet. So führt Platon im Menon eine Definition der Farbe auf Gorgias zurück, die man gewöhnlich nicht mit Entschiedenheit für jene Studien des Sophisten in Anspruch zu nehmen gewagt hat. Es verlohnt daher, diese merkwürdige Stelle etwas eingehender zu betrachten.

Sokrates definiert im Anfange des Gesprächs Gestalt und Farbe seinem Gegner Menon, dem Schüler des Gorgias, um ihm daran Muster von richtigen Definitionen für den weiteren Verlauf der Untersuchung an die Hand zu geben. Nachdem das *σχῆμα* einmal ungenügend, das zweite mal richtig bestimmt ist, verlangt der Sophist auch die Definition des *χρῶμα*. Sokrates willfährt dem Wunsche, richtet aber den Gang seiner Begriffsbestimmung so ein, dass er die einzelnen Elemente der Empedokleisch-Gorgianischen Terminologie entnimmt. Er hofft, dass der Zögling des Gorgias so am leichtesten zustimmen werde: *γὰρ βούλει οὖν σοι κατὰ Γοργίαν ἀποκρίνωμαι, ἥ ἂν σὺ μάλιστα ἀκολουθήσεις;*¹ die nun im folgenden erörterten Vorstellungen von der Entstehung der Farbenwahrnehmung beruhen auf der eigentümlichen Theorie des Empedokles. Er nahm an, vermutlich nicht ohne Einfluss der ähnlichen atomistischen Erklärung,² dass sich feine Teile der Elemente von den sichtbaren Objecten lösen und in das Sinnesorgan eindringen. Diese abgelösten feinen Theilchen nannte er Ausflüsse (*ἀπορροαί*). Zu ihrer Aufnahme muss das Auge mit trichterförmigen Poren (*πόροι*) versehen sein, in welche die fremden Partikelchen eindringen. Die nähere Einrichtung des Organes werde ich weiter unten berühren. Die Poren sind nun entweder zu weit: dann fliegen die *ἀπορροαί* ohne Contact hindurch; oder sie sind zu eng: dann prallt der Strom der Ausflüsse ohne einzudringen an dem Eingange jener Trichter ab. Daher kann nur ein symmetrisches Verhältniß der Poren den Contact und damit die Wahr-

Da jedoch die Autorität der von Apollodor bekämpften Angabe nicht feststeht und über die letzte Lebenszeit des Empedokles offenbar sehr wenig sicheres bekannt war, so hat ihn ZELLER wohl mit Recht etwas höher angesetzt, da die Notiz des Theophrast *ὅτι πολὺ κατόπιν τοῦ Ἀναξαγόρου γεγενηὶς* weiter hinaufzugehen rät. Auch bei Gorgias halte ich an FREYS Ansatz 483—375 fest. S. RONDE Rh. Mus. XXXIII 185. Die gänzlich abweichende Datierung des Anaxagoras (533—462), Empedokles (520—461), Gorgias (geb. 507—400) und der damit zusammenhängenden Philosophen, welche UNGER neulich versucht hat (*Sitzungsber. der philos.-philol. Kl. der k. bayr. Ak.* 1883, 140. *Philologus* Suppl. IV 513), kann ich nur als eine bedauerliche Verirrung des scharfsinnigen Gelehrten ansehen. Da tiefer greifende principielle Discrepanzen über literarische und speciell chronologische Tradition zur Erörterung kommen müssten, ist eine Widerlegung hier nicht möglich und hoffentlich auch nicht nötig.

¹ Vergl. 75 D *ἔστι δὲ ἴσως τὸ διαλεκτικώτερον μὴ μόνον τέλησ' ἀποκρίνεσθαι ἰδὼν καὶ δι' ἐκείνων ὡς ἂν προσωπολογῇ εἰδέναι ὃ ἐρωτῶμενος.*

² S. *Verh. d. 35. Philologenvers.* S. 104²⁸.

nehmung herbeiführen.¹ Der technische Ausdruck für dieses Ineinanderpassen der Ausflüsse und Poren ist bei Empedokles ἀρμόζειν V. 366 (St.):

ἐκ τούτων γὰρ πάντα πεπήγασιν ἀρμόσθεντα.

So Theophrast de sensu 15 διὸ καὶ τὸ ἀρμόττειν εἰρηκεν. Dieser Berichterstatter selbst gebraucht fast regelmässig ἐναρμόττειν,² an anderen Stellen spricht er von der 'Symmetrie' der Poren. Vergleicht man nun mit dieser Erklärung des Empedokles die Elemente, aus denen Plato seine Definition der Farbe zusammensetzt, so findet sich vollkommene Übereinstimmung:

1. λέγετε ἀπορροάς τινας τῶν ὄντων κατὰ Ἐμπεδοκλέα (76 c)
2. καὶ πόρους εἰς οὓς καὶ δι' ὧν αἱ ἀπορροαὶ πορεύονται
3. καὶ τῶν ἀπορροῶν τὰς μὲν ἀρμόττειν ἐνίοις τῶν πόρων τὰς δὲ ἐλάττους ἢ μείζους εἶναι.

Da natürlich der Schüler des Gorgias alle diese Voraussetzungen anerkennt, zieht Sokrates den Schluss:

ἐστὶν χροὰ ἀπορροὴ σχημάτων ὅφει σύμμετρος καὶ αἰσθητός.

Wie die einzelnen Bestandteile, so lässt sich auch diese Definition der Farbe wenigstens der Hauptsache nach für Empedokles nachweisen. Theophrast sagt de sensu 7 (Dox. S. 500, 28) φέρεσθαι τὰ χρώματα πρὸς τὴν ὄψιν διὰ τὴν ἀπορροήν und noch genauer in der Terminologie Aëtios Plac. I 15, 3 (313 ^{a6} ^{b8}) Ἐμπεδοκλέης χροῶμα εἶναι ἀπεφαίνετο τὸ τοῖς πόροις ἐναρμόττον. Dieser aus Theophrasts ganzer Darstellung geschickte concentrirte Ausdruck erschien SCHLEIERMACHER so nahe mit der Stelle im Menon verwandt, dass er vermutete (Anm. S. 524 2. Aufl.), Platon sei direct in den Placita benutzt worden. Dies ist, wie die Dinge liegen, eine Unmöglichkeit und widerlegt sich auch schon dadurch, dass Aëtios ἐναρμόττειν d. h. den Theophrastischen, nicht den Platonischen Terminus gebraucht.

Dass also Platon an dieser Stelle nicht bloß nach ungefährender Kenntnis des Empedokleischen Systems sich selbst eine Definition gebildet hat, steht ganz sicher. Aber wie viel kommt davon auf Gorgias' Rechnung, der doch als zweiter Gewährsmann am Anfange citirt war? Man hat sich lange gesträubt, auch ihn hier als beteiligt anzuerkennen, obgleich doch Menon sein Gefallen an der Definition ausspricht, weil sie ihm κατὰ συνήθειαν sei (76 D), d. h. also doch, weil er bei Gorgias ähnliches gelernt hat.

Aber, sagt man, dem Verfasser der nihilistischen Brandschrift

¹ Theophr. de sensu 7 (Doxogr. 500, 19) τῇ ἐναρμόττειν εἰς τοὺς πόρους τοὺς ἐκάτης αἰσθάνεσθαι. διὸ καὶ οὐ δύνασθαι τὰ ἀλλήλων χρῆσιν, ὅτι τῶν μὲν εὐρύτεροί πνε, τῶν δὲ στενότεροί τυγχάνουσιν οἱ πόροι πρὸς τὸ αἰσθητόν, ὡς τὰ μὲν οὐχ ἀπτόμενα διευτοεῖν τὰ δ' ὅλως εἰσελθεῖν οὐ δύνασθαι.

² Index Doxogr. 750^a.

περὶ τοῦ μὴ ὄντος kann unmöglich eine derartige physikalische Definition zugetraut werden. Daher hat FREY (Rh. Mus. VIII. 1853, 272) den Ausdruck κατὰ Γοργίαν ἀποκρινόμενα dahin zu verflüchtigen gesucht, dass nur die äussere Form der Definition dem Gorgias abgeborgt sei. Andere haben dies wieder geleugnet. Weder das eine noch das andere ist mit genügenden Gründen gestützt worden. Denn wenn z. B. SCHANZ meint (*Beitr. z. sokr. Phil.* I 36), dass die Form des Satzes nichts besonderes darbiete, so kann das doch nur auf den ersten Blick so erscheinen. Sokrates selbst nennt sie scherzend eine τραγικὴ ἀπόκρισις, was durch SCHLEIERMACHER'S Übersetzung »eine gar prächtige Antwort«, auf die man sich stützt, ganz verblasst wiedergegeben ist. Dies ist mit nichten eine blosser Billigung des Inhaltes und durchaus nicht parallel dem vorher gebrauchten ἀρισταί μοι δοκεῖς, ὦ Σώκρατες, ταύτην τὴν ἀπόκρισιν εἰρηκέναι. Denn man übersieht, dass es wol dem Schüler des Gorgias zukommt, eine volle, auch den Inhalt betreffende Billigung der Definition auszusprechen, aber Sokrates darf über die geborgte Definition keine innere Befriedigung äussern. Er schiebt die Freude, die Menon darüber zeigt, auf die Gewohnheit dergleichen zu hören und führt dann fort τραγικὴ γάρ ἐστιν ἡ ἀπόκρισις, ὥστε ἀρέσκει σοι μᾶλλον ἢ ἡ περὶ τοῦ σχήματος. Dieses ironische Lob kann nur die Form treffen. Er kann nur über den ungewöhnlichen sprachlichen Ausdruck scherzen, nicht aber über die logische Richtigkeit oder praktische Verwendbarkeit ein günstiges Urtheil abgeben wollen. So führt Plato z. B. im Phaedon (115 A) den halb poetischen Ausdruck ἐμὲ τὸν ἥδη καλεῖ ἡ εἰμασμένη mit den Worten ein φαίη ἂν ἄνθρωπος τραγικός. Da nun gerade Gorgias' rhetorische Eigentümlichkeit in dieser Vermischung des poetischen und prosaischen Stils, in dieser Hinneigung zum τραγικώτερον liegt, da ferner die feierlichen Einführungsworte aus Pindar σύνεα ὁ τοι λέγω etwas absonderliches einzuleiten bestimmt scheinen, so müssen wir uns die Definition sprachlich einmal etwas genauer ansehen: χρῶσα ἀπορροή σχημάτων ὅψει σύμμετρος καὶ αἰσθητός.

Da fällt zuerst αἰσθητός auf. Diese Femininform des einfachen Verbaladjectivs ist ohne Parallele bei Platon (s. KOPETSCHEK, *de verbalibus in τος et τεος Platonice*, Lyck 1860). Die Conjectur, welche in jungen Handschriften sich findet, καὶ αἰσθήσει (nach Tim. 67c) oder der Vorschlag von NABER, καὶ αἰσθητός zu tilgen, haben wenig äussere Wahrscheinlichkeit. An sich gibt die Zufügung der Worte καὶ αἰσθητός einen passenden Sinn. Die Farbe erscheint nicht schon dann, wenn der Ausfluss den Poren conform ist, sondern natürlich erst, wenn in Folge jener Vorbedingung der Contact wirklich stattgefunden, die Wahrnehmung erfolgt ist. Wenn man es daher genau nimmt, so kann der Schriftsteller nicht gut das, was man erwartet, καὶ αἰσθητή

schreiben. Denn dies würde man zunächst nur in der gewöhnlichen Bedeutung »wahrnehmbar« auffassen, und damit eine blosse Paraphrase zu *σύμμετρος τῇ ὄψει* hinzufügen. Die Genauigkeit der sprachlichen Form, wie sie die Definition verlangt, musste daher wol oder übel zu dem commune *αἰσθητός* greifen, da diese Form nicht bloss bei den zusammengesetzten, sondern auch bei den einfachen Verbaladjectiven die Action als solche von der Möglichkeit scharf zu unterscheiden gestattet. Überblickt man nun aber das hierfür bei LOBECK gesammelte Material (*Paralipomena* I 482), so kommt ausser einer charakteristischen Stelle des Aristoteles¹ und später Autoren nur der tragische Sprachgebrauch in Betracht, der allein eine umfangreichere Anwendung der gemeinsamen Form auf *ὁ* entwickelt hat. *αἰτητός, ἀροτός, γνωτός, θακρυτός, θαρητός, ἰαλτός, πλαγυτός, περρωτός* in ihrer Verbindung mit Femininen gehören alle der tragischen Sprache an. Während Sophokles *περρωτός βροστή* (O. C. 1460) gesagt hatte, ist Platon, selbst in dem dithyrambischen Stile des Phaidros, nicht mehr geneigt, *ψυχῇ περρωτός* zu wagen. Er sagt 251B, *πᾶσα ἦν τὸ πάλαι περρωτή*. Wenn er also hier, um das *τραγικόν* des Gorgias zu bezeichnen, *αἰσθητός ἀπορροή* gebrauchte, so gehört dies ganz gewis zu der beabsichtigten Abbiegung von der gewöhnlichen Ausdrucksweise.² *ἀπορροή* selbst ist zwar ein von Empedokles eingeführter Terminus, aber das Wort klingt poetisch und ist vor Platon sonst nur bei einem Tragiker nachweisbar (Eur. *Hec.* 1587 *αἵματος ἀπορροαί*). Hier in dieser sonderbaren Zusammenstellung musste das Wort unbedingt den Eindruck des Abstrusen machen, wie es ähnlich auch in dem poetisch gehaltenen Abschnitt des Phaidros über die Seelenbeflügelung und die Wirkung des *κάλλος* verwendet wird.³ Auch in den Prophetenton des Timaios passt diese wunderliche Vorstellung hinein. Hier hat er bereits den Widerwillen gegen die fremde Definition, den er im Menon verraten hatte (76E), aufgegeben. Denn er definiert hier die Farbe ganz empedokleisch als *φλόγα τῶν σωμάτων ἐκάστων ἀπορρέουσιν, ὅφει ζύμμετρα μόρια ἔχουσιν πρὸς αἰσθησιν*. Diese Parallele bietet uns zugleich die Handhabe, in der Definition des Menon ein bisher unbeanstandetes Wort als fehlerhaft zu erweisen. Sokrates kann nicht im Sinne des Empedokles von einer *ἀπορροή σχημάτων* sprechen,

¹ Anal. Post. A 27. S. 87^a 36 *μοιναὶ οὐτίκα ἄσπετος, στιγμαὶ δὲ οὐτίκα δετός*. Hier mag der Gegensatz die Form mitbestimmt haben.

² Die Häufung des Verbaladjectivs in der Parodie des Gorgianischen Stils (Sympos. S. 197D) *θεατός σοφοῖς, ἀγαπητός θεαῖς, ζηλωτός αἰμοίροις, κτητός εὐμοίροις* ist gewis nicht ohne Grund.

³ S. 251 ff. Die ganze Darstellung ist von der Empedokleischen Anschauung beeinflusst. Man beachte nur *τοῦ κίλλους τὴν ἀπορροήν* 251B, *μέρη ἐκείθεν ἐπιδότα καὶ ῥέοντα, διερχομένη* 251C, *ἡ τοῦ ῥεύματος ἐκείνου πηγὴ* . . . *πολλὴ φερομένη πρὸς τὸν ἐραστὴν ἢ μὲν εἰς αὐτὸν ἔδω, ἢ δὲ ἀπομακρυμένη ἔξω ἀπορρεῖ* u. d. f. 255C.

aus mehreren Gründen. Erstlich würde er dann in denselben Fehler der Definition verfallen, den ihm sein gewandter Zuhörer bei der ersten verunglückten Definition des σχῆμα selbst derb verwiesen hatte. Dort war nämlich die Gestalt als das bezeichnet worden, ὃ μόνον τῶν ὄντων τυγχάνει χρώματι αἰεὶ ἐπόμενον. Dies sei einfältig (εὐήθεος), bemerkte jener; denn wer nicht wisse, was χρώμα ist, bleibe so klug wie zuvor. Dieselbe Thorheit begeht aber Sokrates, wenn er bei der Farbe von einer ἀπορροή σχημάτων spricht. Man kann nicht sagen, unterdass sei ja σχῆμα richtig definiert worden (76A). Denn Menon gibt dazu gar nicht seine Zustimmung zu erkennen, und von vornherein werden beide Begriffe abgesondert betrachtet, sonst hätte ja dem Fehler der ersten Definition dadurch abgeholfen werden können, dass die Definition der Farbe nachgeholt wurde. Das geschieht nicht, sondern die richtige Definition der Gestalt wird in methodischer Weise aus einzelnen bekannten Elementen gewonnen. Genau so verfährt er bei der Bestimmung der Farbe. Er lässt sich die einzelnen Begriffe ἀπορροαὶ τῶν ὄντων, πόροι, σύμμετρος (= ἀσμέττειν ἐνίοις), ὥψις concedieren und setzt daraus schulgerecht die Definition zusammen. Somit wäre ἀπορροή σχημάτων eine Erschleichung, da das Element nur ἀπορροή τῶν ὄντων heisst und nach Empedokles' Auffassung allein heissen kann. Man vergleiche seinen Vers 281 (Str.)

γινῶσθ' ὅτι πάντων εἰσὶν ἀπορροαὶ ὅσοι ἐγένοντο.

Dieser Fehler der Definition wäre also nicht nur unmotiviert, er bliebe nicht nur ungerügt, sondern er beeinträchtigte auch den Fortgang der Discussion. Denn im Folgenden wird die leichte Anwendbarkeit der Definition auf die übrigen Sinneswahrnehmungen hervorgehoben. Geht man hier von ἀπορροή τῶν ὄντων aus, so lautet z. B. die Definition der ὁσμὴ einfach: ἀπορροή τῶν ὄντων ὁσφρήσει σύμμετρος καὶ αἰσθητός. Behält man dagegen die jetzige Fassung bei, so ist σχημάτων für die übrigen Definitionen unbrauchbar. Natürlich wird man nicht τῶν ὄντων statt σχημάτων in den Text einführen wollen. Auch das so nahe liegende σωμάτων halte ich noch nicht für das ursprüngliche, so sehr es sich durch die Leichtigkeit der Verwechslung und die Parallele aus dem Timaios empfiehlt. Denn wir würden nur ein farbloses Wort mehr in die Definition aufnehmen. Daher bin ich geneigt, diese Vermutung gegen eine ältere auszutauschen, die Schanz am Rande des Venetus T aufgefunden und in seinen kritischen Noten vermerkt hat, ohne sie jedoch der Aufnahme in den Text zu würdigen. Denn sie gehört zu den von junger Hand nachgetragenen Scholien und Conjecturen, die keine antike Tradition zu verraten scheinen (s. Schanz, *Über den Platoncodex der Markusbibl.* L. 1877 S. 31). Wir haben es also nur mit einer Conjectur zu thun, die aber dem Nachdenken ihres Urhebers

alle Ehre macht. Denn er hat mit seinem *χρημάτων* nicht nur dem Sinne völlig Genüge geleistet, sondern zugleich einen sehr gewählten Ausdruck eingesetzt. Denn *χρήματα* ist der der älteren Physik geläufige Ausdruck für *τὰ ὄντα* im weitesten Sinne. Namentlich durch den Anfang zweier in der Sophistenzeit berühmtester Schriften hatte dieser Terminus einen ganz schulmässig-sophistischen Beigeschmack erhalten. In aller Mund war damals das Anaxagoreische *ἑμοῦ πάντα χρήματα ἦν* (Fr. 1, ausserdem Fr. 3, 4, 6, 11, 17 SCHORN) und nicht minder das Wort des Protagoras *πάντων χρημάτων μέτρον ἀνθρώπου*. Für die Späteren war *χρῆμα* in dieser Bedeutung eine Glosse. Denn Sextos erklärt das letztere *μέτρον μὲν λέγων τὸ κριτήριον, χρημάτων δὲ τῶν πραγμάτων* (P. Hyp. I 216 S. 49, 10). Ebenso Aëtios Plac. I 3, 5 (Doxogr. 280, 5) *ἑμοῦ πάντα χρήματα ἦν . . . χρήματα λέγων τὰ πράγματα*.¹ Daher ist der Ausdruck auch bei Platon vermieden. Nur in der Republik sagt er einmal von dem Dichter *ἄνδρα δυνάμενον ὑπὸ σοφίας παντοδαπὸν γίγνεσθαι καὶ μιμεῖσθαι πάντα τὰ χρήματα* (397E).²

Führen wir nun dieses obsolete Wort in die Gorgianische Definition ein, so erhalten wir in *ἀπορροή, χρήματα, αἰσθητός* innerhalb weniger Worte drei Abweichungen von der gewöhnlichen Sprache, welche Sokrates wol berechtigen konnten, von einer *τραγικὴ ἀπόκρισις* zu sprechen. Man wird daher die Ansicht, dass Platon auch hier wie sonst so oft den poetisierenden Stil des Gorgias persiflieren wollte, nicht mehr für unmöglich erklären wollen. Aber ebensowenig kann es dem Philosophen bloss auf die Persiflage ankommen. Denn die methodische Absicht des Sokrates geht ja doch dahin, nicht nur eine Sympathie mit der Ausdruckweise, sondern vor allem ein sachliches Verständnis der physikalischen Theorie bei dem Schüler des Gorgias vorauszusetzen. Und zwar muss er sich nach seinen Äusserungen dieses Verständnis der Empedokleischen Physik durch Gorgias' Unter-

¹ Wegen der Form von Tzetzes' Excerpt (a. O.) glaubte ich *χρήματα* — *πράγματα* einem Glossator geben zu müssen. Aber die Erklärung ist antik. Beachtenswert ist, dass Euenos, der Sophist, nach seiner Gewohnheit des Citierens (Fr. 1, 4) den Vers eines alten Elegikers (bei Theognis 472) anführt *πάν γὰρ ἀναγκαῖον χρῆμα ἄνθρώπῳ ἔφην*, aber so modernisiert (Fr. 8) *πάν γὰρ ἀναγκαῖον πρᾶγμα ἀνθρώπῳ ἔφην*. Aristoteles, der dies anführt, kennt wol nur den jüngeren Euenos, wie Fr. 9 zeigt, das gewiss aus der metrischen *τέλη* stammt, die Platon Phaedr. 261A citiert. Zum Inhalt vgl. SPENGLER Rh. Mus. 18, 487. REINHARDT de *Isocratis aemulis* Bonn 1873, S. 81. Das demokritische Fr. 236 (STOB. II 31, 66, 213, 5 WACHSMUTH) *τὰ μὲν κατὰ χρήματα ταῖσι πόνοισι ἢ μάστιγι ἐξεργάζεται, τὰ δ' αἰσθητὰ ἄνευ πόνου αὐτόματα καταρτίζονται* ist von HENSE geistreich, aber unrichtig durch Einführung von *ἐργατα* (oder *πρόγνατα*) statt *χρήματα* geändert worden. Ein Späterer würde einfach *τὰ κατὰ* gesagt haben, wie MEINEKE zu lesen vorschlug.

² EUCKEN, *Gesch. der philos. Terminol.* S. 13 drückt sich etwas zu weit aus: „Die älteren Philosophen gebrauchen für Ding *χρῆμα*, *πρᾶγμα* beginnt in dieser Bedeutung erst aufzutreten, bei Plato überwiegt *πρᾶγμα*, bei Aristoteles ist *χρῆμα* verschwunden.“

nicht vermittelt denken. Denn nur darum stimmt er so freudig zu, weil er Fleisch von seinem Fleische, Geist von seinem Geiste wiedererkennt. Es ist also anzuerkennen, dass wir hier Platon etwas ernsthafter nehmen dürfen, als es sonst ratsam erscheint. Ich bin überzeugt, dass er hier nicht auf Grund der Empedokleischen Terminologie eigene Resultate in Gorgianischem Prunkstil unterschiebt, sondern dass er wirklich die Definition der Farbe von Gorgias irgendwo in dieser Form ausgesprochen fand.

Ich würde diese der gewöhnlichen Anschauung widersprechende Ansicht nicht mit solcher Bestimmtheit vorzubringen wagen, wenn ich Gorgias nicht auch sonst, und gerade auf diesem optischen Gebiete, als Schüler und Fortführer der Empedokleischen Physik nachweisen könnte. Die Stelle, die dies beweist, hat man entweder übersehen oder wenigstens nicht in diesen Zusammenhang gestellt. Sie steht bei Theophrast im *Fragm.* über das Feuer 73. S. 72, 4 WIMMER: ὅτι δ' ἀπὸ μὲν τοῦ ἡλίου φῶς ἄπτουσι τῇ ἀνακλάσει ἀπὸ τῶν λείων [τί τὸ ἄπορον] — συμμιγνύουσι δὲ τὸ ὑπέκκαυμα —, ἀπὸ δὲ τοῦ πυρὸς οὐχ ἄπτουσι αἴτιον ἢ τε λεπτομέρεια καὶ ὅτι συνεχρῆς γίγνεται μᾶλλον ἀνακλάμενον, τὸ δ' ἀδυνατεῖ διὰ τὴν ἀνομοιότητα. ὥστε τὸ μὲν τῷ ἀσφαλισμῷ καὶ τῇ λεπτότητι διαδύμενον εἰς τὸ ἐκκαυμα δύναται καίεν τὸ δ' εὐθέτερον ἔχον οὐ δύναται. ἐξάπτεται δὲ ἀπὸ τε τῆς ὕλης καὶ ἀπὸ τοῦ χαλκοῦ καὶ τοῦ ἀργύρου τρέπον τινὰ ἐργασθέντων, οὐχ ὥσπερ Γοργίας φησὶ καὶ ἄλλοι δὲ τινες αἰνῶνται διὰ τὸ ἀπίαναι τὸ πῦρ διὰ τῶν πόρων.

Theophrast bespricht hier die Aporie, warum das Sonnenlicht, aber nicht das Feuer, durch Brennspiegel reflectiert eine Entzündung bewirken könne. »Dass man ein von der Sonne ausgehendes Licht (s. § 5) durch Spiegelreflex zur Entzündung bringen kann (man muss nur den Zündstoff damit in Verbindung setzen), dagegen ein vom Feuer ausgehendes nicht, davon liegt der Grund in der Feinteiligkeit der Lichtstrahlen und weil sie zurückgeworfen concentrierter werden, während das Feuer wegen der Ungleichmässigkeit seiner Glut dazu nicht im Stande ist. Daher vermag das Sonnenlicht durch seine Concentration (s. § 12) und Feinteiligkeit (s. § 38) in den Zündstoff einzudringen und ihm dadurch zur Entzündung zu bringen, das Feuer hingegen, dem beide Eigenschaften fehlen, nicht. Die Entzündung aber lässt sich bewerkstelligen sowol mit Glas- als Bronze- und Silberspiegeln, wenn sie nur auf eine bestimmte Weise hergestellt sind, aber nicht, wie Gorgias behauptet und einige andere sich die Sache denken, dadurch dass das Feuer durch die Poren hindurchgeht.«¹ Theophrast

¹ In dem Glossem τί τὸ ἄπορον, welches Turnebus zuerst ausschied, steckt wol nichts weiter als κατέπτρον. Denn τὰ λεία ist der allgemeine Ausdruck für spiegelnde Flächen. Arist. Meteor. 4. 373^a 35 ἀνακλινούσης μὲν σὺν ἢ ὅλως ἀπὸ πάντων φαίνεται

spielt mit den letzten Worten auf eine Theorie an, die man nicht verstehen kann, wenn man sie nicht aus der optischen Anschauung des Empedokles ergänzt und erläutert.

Die sinnreichen Analogien des Makrokosmos und Mikrokosmos, in deren Ausdeutung sich die ältere Physik in Ermangelung besserer Methoden gefällt, bringt auch bei Empedokles die Physiologie des Auges, die Erscheinungen der Katoptrik und die optischen Probleme der Meteorologie in einen phantastischen Zusammenhang. Wie diese kühnen Analogieschlüsse besonders bei den Pythagoreern beliebt waren, so hat er hier die Anregung von dem in seiner Δόξα stark pythagoreisierenden Parmenides empfangen. Daher sah Empedokles von der Vierzahl der Elemente in diesem Teile seiner Physik ab und operierte nach pythagoreisch-parmenideischem Vorgang hauptsächlich mit dem Gegensatzpaar Feuer-Duft,¹ das sich gelegentlich auch in den Gegensatz Feuer-Wasser umsetzt. Wie nun Parmenides seinen Kosmos zwischen einem festen Centrum, der Erde, und einer ebenso festen äusseren, das Weltall umschliessenden Sphäre construiert und dazwischen reine Feuer- und Duftsphären sowie aus beiden gemischte Sphären angenommen hatte, so bestehen auch bei Empedokles die Himmelsphären und Gestirnkörper aus Feuer und zusammengepresstem Dufte, soweit man die nicht ganz vollständig überlieferten Daten nach der Analogie ergänzen darf.²

Dieser condensierte Duft gleicht nun dem Hagel oder dem Eise, und die daraus gebildete Sonne gewinnt so vermöge ihrer Durchsichtigkeit die Fähigkeit, das Licht der Feuerhemisphäre, die der Sonne gegenüber die Erde umgibt, zu sammeln und auf die Erde niederzustrahlen.³ Bei Philolaos begegnet uns eine ähnliche Auffassung,

τῶν λείων. Vergl. Platon Phaedr. 255 C. Ähnlich ist κατόπτρου interpoliert bei Areios Didymos (Doxogr. S. 455, 20) ὡς ἀπὸ χαλκοῦ [κατόπτρου] λείου κλυμένην πρὸς τὸν ἥλιον τὴν ὄψιν. WACHSMUTH Stob. I 242, 2 gibt den neben λείου pleonastischen Zusatz κατόπτρου dem Areios selbst, der öfter so paraphrasire.

¹ So möchte ich den ἀήρ der älteren Physik deutsch wiedergeben.

² Ps. Plut. Strom. 10 (Doxogr. 582, 8) εἶναι δὲ κύκλῳ περὶ τὴν γῆν φερόμενα δύο ἡμισφαίρια τὸ μὲν καὶ δόλου πυρὸς, τὸ δὲ μικτὸν ἐξ αἰέρος καὶ ὀλίγου πυρὸς, ὅπερ αἰεταὶ τὴν νύκτα εἶναι... ὁ δὲ ἥλιος τὴν φύσιν οὐκ ἔστι πῦρ, ἀλλὰ τοῦ πυρὸς ἀντανάγκαις ὁμοίᾳ τῇ ἀφ' ὕδατος γνομμένη. τελέην δὲ φησιν συτῆναι καὶ εὐσπὴν ἐν τοῦ ἀποληφθέντος αἰέρος ὑπὸ τοῦ πυρὸς. τοῦτον γὰρ παρῆναι καὶ δάπτειν καὶ τὴν γῆλαζαν. Aëtios II 25, 15 (357^b 2) Ἐμπεδοκλῆς (τὴν τελέην) αἶρα συνεστραμμένην νεφροειδῆ πεπηγμένη ὑπὸ πυρὸς, ὥστε συμμικτοῖ. II 11, 2 (339^a 16^b 24) Ἐ. σπερμένιον εἶναι τὸν οὐρανὸν ἐξ αἰέρος παρῆντος ὑπὸ πυρὸς κρυσταλλοειδούς, τὸ πυρᾶδες καὶ τὸ ἀερᾶδες ἐν ἐκάτερον τῶν ἡμισφαιρίων περιέχοντα. Plut. de fac. in orbe lun. p. 922 C Ἐμπεδοκλεῖ πάγον γῆλαζαν ποιοῦντι τὴν τελέην ὑπὸ τῆς τοῦ πυρὸς σφαίρας περιεχόμενον. S. Philo. vert. Aucher Ven. 1832 S. 92.

³ Diese Anschauung ist, wie die auf Theophrast zurückgehenden Berichte der Doxographen (S. 582, 12 ἀντανάγκαις ὁμοίᾳ τῇ ἀφ' ὕδατος γνομμένη und besonders S. 350, 10 ff. αἰεὶ κατ' ἀντιπρὸς τῇ ἀντιαντιπρὸς αὐτοῦ τετραγμένην) und Plutarchs Ausdruck

nach der die Sonne ebenfalls ein glasartiges, reflectierendes Medium ist, dem wir die Übermittlung der Licht- und Wärmestrahlen zu verdanken haben. Zwar scheint Philolaos in der Elementenlehre von Empedokles beeinflusst und gibt auch hier gewis im Detail nicht mehr die ursprüngliche alt-pythagoreische Auffassung wieder, aber die ganze, sonderbare Anschauung von der ἀταύγεια wird ihrem Ursprunge nach nur verständlich, wenn man an den Reflex vom Centralfeuer denkt (s. Böckh Philolaos S. 127). Der Dichter Ion von Chios kennt ebenfalls (Aetios II 25, 11. 356¹ 21. vergl. SAUPE, *de Antiphonte sophista* S. 11) das ὑαλειδὲς des Mondes; da er nun die alte Dreizahl der Elemente noch unbeeinflusst von Empedokles' System festhält (Isocr. antid. 268), so würde auch dies auf alt-pythagoreische Tradition zurückgehen, wie denn überhaupt bei ihm nicht nur in der Zahlenspielerlei der Τριαγμοί, sondern auch sonst eine gewisse Kenntnis des Pythagoreismus hervortritt. Bei Empedokles' Erklärung des Sonnenlichtes kommt zu dem Pythagoreischen ausser der eigentümlichen Anordnung der Feuerhemisphären das neue hinzu, dass der Sonnenkrystall selbst nicht bloß condensierten Duft, sondern auch Feuerteilchen enthält, weil er sonst (nach dem Grundsatz von der Attraction des Gleichartigen) nicht im Stande wäre, das himmlische Feuer in seinen Poren anzusammeln.

Ganz ähnlich hat sich nun Empedokles auch die Einrichtung des menschlichen Auges gedacht und zwar auch hier nach pythagoreischem Vorgange, wenn wir wenigstens Alkmaion im Allgemeinen dem pythagoreischen Kreise zuweisen dürfen. Dieser krotoniatische Arzt, den Aristoteles den jüngeren Zeitgenossen des Pythagoras zurechnet, der also etwa ein Menschenalter vor Empedokles anzusetzen sein wird, hat sich dadurch ein grosses Verdienst erworben, dass er auf Grund anatomischer Untersuchungen den Zusammenhang des Sehorgans und der übrigen Sinnesorgane mit dem Gehirne constatierte und die vermittelnden Canäle, πέραι genannt, bloss legte, auf denen die Responson des Organs mit der Centralstelle beruht. Dieser im Altertum durchaus nicht nach Gebühr gewürdigte Physiolog war auch in seiner Theorie des Sehens von dem Experimente ausgegangen. Er hatte bemerkt, dass ein Schlag auf das Auge scheinbar einen Funken entlockt. Daher schloss er, das Auge müsse selbst im Innern Feuer enthalten. Da nun ferner, wenn das Auge ausgeschlagen wird,¹ eine reichliche Menge

ὑπὸ τῆς τοῦ πυρὸς σφαιραίας περιεχόμενον (S. 352².) zeigt die einzig authentische. Freilich fehlt uns das Material, die mancherlei Bedenken, die mit dieser Vorstellung verknüpft sind, zu heben. Aber KARSTEN, dem die Neueren gefolgt sind, hat entschieden Unrecht, das Gegenteil der antiken Berichte für richtig zu halten.

¹ Vergl. den von ihm abhängigen Verfasser περὶ σαρκῶν (Hipp. I 439, 5 K.).

Flüssigkeit ausfliesst, so war sein Schluss, das Sehorgan bestehe aus zwei Stoffen, dem funkengebenden Feuer ($\sigma\tau\acute{\iota}\lambda\delta\omicron\nu$) und dem durchsichtigen Wasser ($\delta\iota\alpha\upsilon\gamma\acute{\epsilon}\varsigma$).¹ Gerade diese beiden nahm er an, da er auf Grund seines pythagoreischen Standpunktes eine Tafel der Gegensätze construirt hatte, in welche diese zwei Grundelemente hineinpassten. Auf Alkmaion beruht nun durchaus Empedokles. Zwar hat er die $\pi\acute{o\rho\alpha\iota$, durch die Lehre von den $\alpha\pi\acute{o}\rho\rho\epsilon\iota\alpha\iota$ veranlasst, in atomistischem Sinne umgedeutet, aber er hat die beiden Gegensätze, das Feuer und Wasser beibehalten.² Seine ausführliche Theorie des Sehens, welche im Altertum sich eines gewissen Ansehens erfreut hat, ist folgende. Er nahm an, dass wie das Licht in einer Laterne vor dem Winde, so das Feuer in der Pupille durch dünne Membrane vor dem umgebenden Wasser des Augapfels geschützt und getrennt sei, aber es stehe durch trichterförmige Poren mit der Aussenwelt in Verbindung, so dass das Licht (Feuer) der Augen hinaus und ebenso das draussen befindliche ins Innere dringen könne.³ So wird das Leuchtende vermittelst der Feuerporen des »sonnenhaften« Auges (vergl. Plat. Rep. VI 508C ff.) wahrgenommen, ebenso das Dunkle durch die gröber construirten Wasserporen. Man sieht, wie diese Erklärung des Sehens bei Alkmaion-Empedokles eng mit der des Sonnenlichtes zusammenhängt. Wie das Auge aus Feuer und dem durchsichtigen Wasser (welches sie dem Dufte gleichsetzen) gebildet und durch die Eigenschaften dieser Elemente zur Aufnahme der von aussen zuströmenden Lichtausflüsse geschickt gemacht wird, so besteht auch die Sonne wie die übrigen Gestirne aus dem durchsichtigen Duftkrystall und dem

¹ Theophr. 26. S. 506, 28 ὁφθαλμοὺς δὲ ὁρᾶν διὰ τοῦ πέραξ ὕδατος. ὅτι δ' ἔχει πῦρ ὁγλόν εἶναι πληγέντος γὰρ ἐκλάμπειν. ὁρᾶν δὲ τῷ στίλβοντι καὶ τῷ διαφανεῖ ὅταν ἀντιφάινῃ καὶ ὅταν ἂν καθαρὰτερον ἢ καλόν. ἀπίσται δὲ τὰς αἰσθήσεις συνερτῆσθαι πρὸς τὸν ἐγκέφαλον. Aet. IV 13, 12 (404^b 22). S. Ps. Hippocr. a. O. S. 438, 16 τούτῳ οὖν ὁρᾷ τῷ ἀνταυγέοιτι (τῷ διαφανεῖ) u. d. f. Das wiederholte ἀνταυγέω auch bei Emped. V. 151.

² Dies sind die in Theophrasts ausführlichem Berichte de sensu 7 ff. (500, 23) immer wiederkehrenden Gegensätze. Mit ὕδωρ wechselt 14 (503, 15) offenbar als Synonymum ἀήρ. Daher hat man auch 7 (200, 25) bei ἀέρα das Wasser mitzuverstehen und meine Vermutung, ὕδωρ nach πῦρ einzuschieben, ist unrichtig, einmal weil die Vergleichung von 26 (506, 26) zeigt, dass das Feuer in der Mitte und das Wasser ringsherum zu denken ist, also kann sich τὸ περὶ αὐτὸ nur auf πῦρ beziehen, wodurch das Supplement hinfällig wird. Andererseits ist der Gegensatz nicht πῦρ ὕδωρ — γῆ ἀήρ, sondern πῦρ — ἀήρ ὕδωρ γῆ, also kurz πῦρ — ὕδωρ. (Über diese pythagoreisch-parmenideische Reduction der Elemente s. Aristot. Met. A 4. 985^a 31. de gen. et corr. B 3. 330^b 69 τῷ γὰρ πυρὶ τίλλαι ἀντιτίθηται.) Die γῆ als Bestandteil des Auges wird zwar anfangs erwähnt, verschwindet aber nachher, da sie beim Auge nur wenig beteiligt ist. Denn, wie BLASS richtig erkannt hat, bezieht sich darauf der Vers 152 ἢ δὲ φλόξ ἰλαίσια μινυσαδὴς τύλξ γαίης.

³ V. 314 — 325. S. BLASS, N. Jahrb. f. Philol. 1883, S. 19.

eingesprengten Feuer. Hierdurch erhält sie die Fähigkeit, das vom Urfeuer in den Kosmos ausgestrahlte Licht zu sammeln und auf die Erde hinabzusenden. Denn dass auch die Himmelskörper Poren haben, insofern sie durchsichtig sind, geht aus der Definition des διαφανές hervor, die Aristoteles mitteilt (de gen. et corr. A 8. 324^b 32). Man erkennt in diesen Erklärungsversuchen die spielende Art der Analogieschlüsse wieder, mit denen die kindliche Methode dieser alten Physik die Geheimnisse des Kosmos zu enträtseln suchte. Man darf dabei nicht vergessen, dass fast das gesamte Altertum die Gestirne als lebende Wesen aufgefasst hat und zwar als die höchste Stufe derselben.

Wie sich nun aber Lebendes und Lebloses in diesen Vorstellungen untrennbar verketteten, so muss die oben entwickelte Analogie auch für die übrigen Erscheinungen der Optik, namentlich für die Theorie der Spiegelreflexe gelten. Über die Ansicht des Empedokles liegt nun aus bester Quelle ein Bericht in den Placita vor.¹ Danach entsteht ein Spiegelbild dadurch, dass die dünnen Ausflüsse oder Abbilder, die den Objecten entströmen, auf der Oberfläche des Spiegels sich sammeln und dort von dem aus den Poren des Spiegels hervordringenden Feuer verdichtet werden. Diese Retorsion des Feuers ist so stark, dass auch die davorliegende Luftschicht in rückläufige Bewegung gesetzt und dadurch die Reflexbilder mit in die rückwärtsgehende Strömung hineingerissen werden. So kehren die Ausflüsse zu den Objecten oder unserem Auge zurück. Also auch hier ist das innewohnende Feuer das wirksame Element, welches diese Erscheinung mit dem Vorgang des Sehens in eine Parallele stellt, zumal ja auch das Feuer des Auges nicht bloß receptiv, sondern auch selbst ausstrahlend gedacht wird.

Nach dieser Erörterung dürfen wir es versuchen, das merkwürdige Fragment des Gorgias, worin er die Theorie der Brennspiegel entwickelt, näher zu beleuchten. Theophrast sagt: 'die Entzündung der Brennspiegel lässt sich bewirken durch eine auf bestimmte Art hergerichtete Art Glas- oder Metallspiegel, aber sie geht nicht so vor, wie Gorgias und andere wollen, dadurch, dass das Feuer durch die Poren hindurchgeht.' Man sieht zunächst, dass die Brennspiegel nach dieser Vorstellung wie die gewöhnlichen Spiegel mit Poren versehen sind, in denen das Feuer verborgen ist.

Aber so einfach wird die Erklärung nicht gelautet haben, dass die Entzündung des Zündstoffes lediglich durch die Ausstrahlung des

¹ Aetios IV 14, 1 (405^a 3) Ἐμπεδοκλῆς κατ' ἀπορροίας τὰς συνιπταμένους μὲν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κατόπτρου, πλουμένους δ' ὑπὸ τοῦ ἐκζητούμενου ἐν τοῦ κατόπτρου πυρῶδους καὶ τὸν προκείμενον αἶζα, εἰς ὃν φέρεται τὰ ζέοντα, συναστραφίζοντα. Die Variante τελειούμενας statt πλουμένους ist falsch, vergl. die Vorstellung von der πῦρ der Gestirne durch das Feuer S. 352².

im Innern befindlichen Feuers bewirkt werde. Denn dann müsste ja die Entzündung in jeder Lage und zu jeder Zeit, bei Tage wie bei Nacht, stattfinden. Es kann daher nur gemeint sein, dass das Sonnenlicht in die Poren des Brennsiegels eindringt, angelockt durch die Wahlverwandschaft des darin verborgenen Feuers, und dass es dann hierdurch verstärkt wieder hervorbricht und nun im Stande ist eine Entzündung hervorzurufen.¹

Woher hat nun aber Theophrast seine Nachricht über diese δόξα des Gorgias? Er citirt Γοργίας φησί καὶ ἄλλοι δὲ τινες οἴονται. Es scheint nicht ratsam, unter diesen τινές den Empedokles selbst zu verstehen, da es Theophrast sonst wol vorgezogen hätte, den bei allen derartigen Fragen im Peripatos gerne citierten Meister selbst anzuführen. Ausserdem deutet das οἴονται darauf hin, dass er bei Gorgias eine bestimmte Fassung, bei den anderen dagegen nur eine Zustimmung dazu gefunden hat. Wir dürfen daher, da Theophrast so genau zwischen φησί und οἴονται unterscheidet, das Citat nur auf Gorgias zurückführen. Aber in welchem Buche soll Gorgias dies gethan haben? Etwa in seiner Schrift Περὶ φύσεως? Aber darin war ja gerade gelehrt, dass nichts existiere, dass wenn etwas existierte, es nicht wahrgenommen und jedenfalls nicht mitgeteilt werden könne. In den Rahmen dieses nihilistischen Bekenntnisses passt keine Empedokleische Physik. Oder soll man sich vorstellen, dass die Ansicht gelegentlich in einer seiner epideiktischen Reden vorgebracht war? Dies entspräche der Ansicht WECKLEIN's,² der bei der Erwähnung der Menonstelle auf Hippias verweist. Aber Gorgias spielt sich in seinen Vorträgen niemals als Vielwisseur wie jener auf, und selbst die physikalischen Vergleiche, die sich in seinen Reden finden, sind weit entfernt davon, mit fachwissenschaftlicher Bildung zu prunken.³ Man kann sich

¹ Wenn man demnach an diesem Vorgang die wärme- und lichtconcentrierende Kraft der Spiegel erkannt hatte, so lag es nahe, auch die Sonne als einen in der Mitte des Wegs aufgestellten Spiegel anzusehen, der die auf dem langen Wege kraftlos gewordene Lichtmasse aufs neue sammelt und in kräftigem Strahle auf unsere Erde niedersendet. Empedokles ist nämlich, wie es scheint, der einzige Physiker des Altertums, der erkannte, dass auch das Licht bei seinem Wege durch den Kosmos eine gewisse Zeit brauche. Arist. de sensu c. 6. 446^a 25.

² Die Sophisten und die Sophistik (Würzburg 1866) S. 56. Der S. 48 angezogene Satz aus Hippias' Rede im Protagoras 337 D τὸ ὁμοίον τῷ ὁμοίῳ φύσει συγγενές ἐστίν stimmt allerdings mit Empedokles' Lehre (s. Lys. S. 214 A), ist aber ein hier auf moralischem Gebiete verwendeter sophistischer Gemeinplatz. S. Sympos. 195 B und die Ausleger das.

³ Der Vergleich in der Hel. 14 ὅπερ γὰρ τῶν φαρμάκων ἄλλους ἄλλαι ἡμεῶς ἐκ τοῦ σώματος ἐξέρχεται καὶ τὰ μὲν ἰσχύει τὰ δὲ βίου παύει, οὕτω καὶ τῶν λόγων αἱ μὲν ἐλύπταν αἱ δὲ ἐτρέψαν κτλ. bewegt sich in populärer Auffassung. Ein anderer 17. οὕτως εἰκότως τῶν ὁρμημένων φαρμάκων ἢ ὅπως ἐνέργειεν ἐν τῷ φρονήματι entspricht nicht der Auffassung des Empedokles, sondern der Aeschyleischen δειποτογείφους φρήν u. A.

danach weder die Platonische Definition der Farbe noch die Theophrastische Erwähnung der Brennspiegel als epideiktischen Zierrat verwendet denken. Man könnte nun noch eine andere Hypothese aufstellen. Theophrast nennt den Gorgias als Gewährsmann, einige Anonymi als Teilnehmer seiner δόξα. Da wir nun aus Platons Menon voraussetzen müssen, dass der Unterricht des Gorgias auch die Physik berührt habe, so könnte man wol erwarten, dass einer seiner Schüler jene Ansicht in einer physischen Schrift erwähnt habe. Da ist zuerst Polos, der Schüler des Gorgias, der Landsmann des Empedokles. Zwar kennen wir sonst nur rhetorische Leistungen von ihm, aber sein physikalisches Interesse geht doch aus einer Anspielung des Platonischen Gorgias hervor (465 D τὸ τοῦ Ἀναξαγόρου ἂν πολὺ ᾔν, ὃ φίλε Πῶλε, — σὺ γὰρ τούτων ἔμπειρος — ὁμοῦ ἂν πάντα ἡρήματα ἐφύρετο ἐν τῇ αὐτῇ). Ferner Alkidamas, der Diadoche des Gorgias, dessen Φυσικός Laertios Diogenes VIII 56 citiert. In dem daraus Angeführten spricht er zufällig von Empedokles und bemüht sich die verschiedenen Richtungen, die in der Philosophie des Empedokles hervortreten, auf verschiedene Lehrer, die jener gehört, zurückzuführen. Er habe mit Zenon zuerst bei Parmenides, dann bei Anaxagoras, zuletzt bei Pythagoras die Schule besucht. Dieser Anachronismus, der wunderlicher Weise neuerdings einen Verteidiger gefunden hat,¹ scheint darauf hinzudeuten, dass wir es mehr mit einer phantastischen Construction des Rhetors, als mit einer geschichtlichen Überlieferung zu thun haben und ich

S. HIRZEL, *Unters. z. Cicero* II. 161. 168. Es ist möglich, dass schon Heraklit den Tropus gebraucht hatte, wie HIRZEL nachweisen will, aber seine Beweisführung schwebt in der Luft. Das folgende § 18 οὗ γεωφῆς ὅταν ἐκ πολλῶν ἡρώωνται καὶ τινάτων ἐν πύλαι καὶ πύλαι τελεῖται ἀπεργάζονται τὴν ἐλπίδα hat nur eine entfernte Ähnlichkeit mit Emp. 119. Das Ziel der Vergleichung ist sogar ein entgegengesetztes. Ich benutze übrigens die beiden Gorgianischen Reden ohne jedes Bedenken, da nichts triftiges gegen und vieles für die Echtheit spricht.

¹ UNGER, *Philologus* IV Suppl. S. 517. Wenn er S. 515 mir vorwirft, ich hätte in dem Excerpte des Simplicios aus Theophrast (Doxogr. S. 477. 17) Παρμενίδου δὲ ζῆλον καὶ πλυστατὴν καὶ ἔτι αὐτὸν τὸν Πυθαγόρειον die Worte πλυστατὴν — Πυθαγόρειον dem Theophrast entzogen aus dem »vorgefassten Urteil über die Zeit des Empedokles«, so irrt er ganz sonderbar. Denn was hindert nach meinen Ansätzen (Rh. Mus. 31 35) Empedokles zum Schüler des Parmenides oder der Pythagoreer zu machen? Aber natürlich nicht des Pythagoras selbst, wie Alkidamas (und nach ihm Timaios, der eine alberne Fäselei zufügt, Diog. VIII 54) berichtet. Mein Grund war lediglich ein formaler. Da das Wort πλυστατὴν spät ist und das Parallelexcerpt Diog. VIII 55 nur die Worte Παρμενίδου δὲ ζῆλον τὴν garantiert, so schien es geraten mir dies als theophrastisch zu geben, zumal die Pythagoreer bei Diog. erst in der Polemik des Hermippo gegen Theophrast §. 56 hinzugefügt werden. Es ist also wahrscheinlich, dass Simplicios (oder Alexander) aus einem biographischen Handbuch den Zusatz gemacht oder wenigstens Theophrasts allgemeineren Ausdruck specieller gefasst hat. Die von mir a. O. zugefügte Vermutung, dass auch der Bericht des Alkidamas erst durch das Medium der Excerptoren die jetzige Gestalt gewonnen habe, erscheint mir jetzt weniger probabel als die oben gegebene.

bin daher geneigt, im *Φυσικός* einen Dialog zu erblicken, dem ja derartige Fiktionen verziehen zu werden pflegen. Auch entspricht diese Art der Schriftstellerei durchaus dem Standpunkte des Alkidamas, der sich mit dem Platonischen nicht deckt, aber nahe berührt. Jedenfalls beschäftigt sich der Sophist eingehender mit der Figur des Sicilischen Philosophen und Rhetoren und es finden sich auch im Inhalte der beiderseitigen Fragmente Berührungspunkte (Ar. Rhet. I 17. 1373^b 14 ff.).¹ Neben Alkidamas dürfte man auch an Antiphon denken, der in seinen zwei Büchern *Περὶ ἀλλοθείας* ein eklektisches Interesse an der veralteten Naturerklärung verrät, indem er bald nach Heraklit, bald nach Anaxagoras, bald nach Diogenes verschiedene meteorologische Erscheinungen zu erklären versucht. Auch eine unverständige Lösung der Quadratur des Kreises, die wol durch die ähnlichen Bestrebungen des Hippokrates von Chios veranlasst ist, trägt seinen Namen.² Aber eine Berührung dieses vielgeschäftigen Dilettanten mit Empedokles findet sich nicht. Eher dürfte man noch an Kritias denken, der nicht nur als Schüler des Gorgias bezeichnet wird, sondern auch in der Psychologie auf Empedokleischer Grundlage zu stehen scheint, insofern er nach Arist. de anim. A 2. 405^b 5 die Seele im Blute zu finden glaubte.³ Alle diese jüngeren Sophisten verraten also hier und da physikalische Interessen und könnten so irgendwo einmal des Gorgias Erwähnung gethan haben. Aber dann würde Theophrast sich doch wol anders angedrückt haben. Vielmehr drängt alles dazu, eine eigene physikalische Schrift des Gorgias anzunehmen, in der besonders die Optik behandelt war. Freilich ist uns davon fast keine Spur erhalten. Aber selbst seine berühmte Schrift *Περὶ φύσεως* wird von Platon und Aristoteles nie erwähnt, und wieviel ist sonst aus dieser Sophistenlitteratur untergegangen! Und doch hatten die alexandrinischen Cataloge gewiss noch viel mehr von seinen Schriften, als uns selbst nur aus Andeutungen bekannt sind. Darauf lässt das leider nur allzukurze *συναγράψατο πολλά* des Suidas schliessen. Wenn Dionys von Halikarnass dem Isokrates allerdings irrtümlich nachrühmt, er sei zuerst von den physischen und eristischen Reden des Protagoras und Gorgias zu den politischen übergegangen (Dionys. Isocr. 1), so scheint ihm doch mehr vorgelegen zu haben als die Schrift *Περὶ φύσεως* und die epideiktischen Reden.

Aber die Frage, wo Gorgias seine physikalischen Sätze niedergelegt hat, ist viel minder wichtig, als die andere, wie man diese

¹ Eine weitere Notiz habe ich oben S. 344¹ auf diesen Dialog zurückzuführen versucht.

² ZELLER I 4 990. SAUPPE de *Antiphonte sophista* S. 7 ff.

³ Ebenso die Verfasser der Pseudhippokratischen Schriften de Nat. hom. und de Flatibus. Vergl. ILBERG *Studia Pseudhippocr.* (Lips. 1883) S. 20. 23.

Bearbeitung wissenschaftlicher Probleme mit seinem bekannten nihilistischen Standpunkte zusammenreimen soll. Die oben mitgeteilten Spuren derartigen Interesses auch bei der jüngeren Sophisten-Generation zeigen ja, dass selbst damals noch die alte Beschäftigung mit der Physik nicht ohne weiteres aufgehört hatte, wenn sich auch die Fortgeschritteneren naserümpfend von der altfränkischen *μετεωρολογική* abwandten. Aber in den breiten Schichten des Volkes hatte das Interesse an der einfachen Erklärung der uns umgebenden Natur noch nicht aufgehört, wie die Erfolge des Diogenes von Apollonia und Archelaos, wie vor allem die Polemik der Komödie zeigt. Man kann daher nicht ohne weiteres behaupten, dass ein vielgewandter Mann wie Gorgias seine jungen Zuhörer nicht auch auf diesem Gebiete orientiert haben sollte, wie es ja der Menon voraussetzt.¹ Aber die mitgeteilten Beispiele setzen doch ein lebendigeres und selbständigeres Interesse an diesen Studien voraus. Es erscheint daher richtiger, die drei verschiedenen Gestalten, in denen uns Gorgias erscheint als Physiker, als Eristiker, als Rhetor, nicht als ein Nebeneinander, sondern als ein Nacheinander seiner geistigen Entwicklung aufzufassen, welche mit der Umwälzung der gesamten Denkweise in der Sophistenzeit parallel geht.

Da alles auf die Verbindung mit Empedokles weist, der schon früh sein System vollendet zu haben scheint, so begreift sich leicht, wie Gorgias damals noch ganz in den Bahnen des Physikers wandelte und so veranlasst werden konnte, physikalische Probleme anknüpfend an die *Φυσικά* seines älteren Freundes schriftstellerisch zu behandeln. Aber die eleatische Lehre, die Empedokles nur äusserlich begriffen und sich angeeignet hatte, war von schärferen Köpfen, wie Zenon, tiefer erfasst und mit siegreicher Dialektik ausgeführt worden. Immer mehr ward die Möglichkeit der bestehenden Sinnenwelt, in deren liebevoller Erklärung Empedokles aufging, bestritten. Diesen heftigen Angriffen der jungeleatischen Schule gegenüber musste ein Empedokleer die Waffen strecken.² Man begreift, wie Gorgias besiegt wurde, und wie ihm

¹ Selbst Isokrates findet das für seine *νεώτεροι* (ähnlich wie Kallikles im Gorgias 484C) ganz schicklich. REINHARDT, *de Isocratis aemulis* S. 35.

² Eine Polemik Zenons gegen Empedokles' Physik erblicke ich in der *Ἐξήγησις Ἐμπεδοκλείου*, welche Schrift man wol mit Unrecht verdächtigt hat (ZELLER I² 537). Natürlich ein Commentar zu Empedokles im landläufigen Sinne kann das nicht gewesen sein, auch nicht eine philosophische Übersetzung Empedokleischer Gedanken ins Eleatische, wie das Buch des Kleantes *Τῶν Ἡρακλείτου ἔξηγηται* ὁ (Diog. VII. 174. WACHSMUTH Fr. S. 13) eine Anpassung des Heraklitismus an den Stoicismus enthalten haben wird; sondern ich verstehe *ἔξηγησις* als »kritische Besprechung«, wie Hipparch seine kritische Vergleichung Arats mit dessen Quelle unter dem Titel *Τῶν Ἀράτων καὶ Εὐδόξου φαινομένων ἔξηγησις* herausgab. Noch ähnlicher sind des Herakleides Pontikos *Ἡρακλείτου ἔξηγηται* ὁ, *πρὸς τὸν Ἀναξαγόραν ἔξηγηται* α (2δ) Diog. V 88, deren polemische Tendenz unzweifelhaft ist. Vergl. desselben Schriften *Περὶ τοῦ ἡλίου καὶ περὶ φύσεως καὶ περὶ τῆς*

num, im Lichte der neuen Lehre, die althergebrachte Naturerklärung schaal und hohl vorkommen musste (ZELLER I¹ 989). In dieser Periode des Zweifels oder vielmehr der Verzweiflung muss seine Schrift »von der Natur und dem Nichtsein« geschrieben sein, worin er die zweischneidigen Waffen des Zenon und Melissos gegen die ältere Physik, nicht minder aber auch gegen den Eleatismus selbst schwingt. Denn mit der Leugnung der Erkennbarkeit und Lehrbarkeit der Wahrheit vernichtete er auch das einzig wahre Alleins, an dem auch die Eristik der juncleatischen Schule festgehalten hatte. Aber wie bei aller sophistischen Negation sich ein positiver Kern aus der Vernichtung des Alten heraus bilden musste, so konnte auch er nicht bei diesem dünnen Nihilismus verharren. Da die Welt des Seins sich in nichtigen Schein aufgelöst hat,¹ so ist es Sache des menschlichen Geistes, den Schein umgekehrt in das Sein zurückzuwandeln und, was theoretisch verloren ist, in der Praxis wiedereinzubringen. So wird Gorgias im Vollgefühl der eigenen Geisteskraft, welche er wie alle Sophisten der φύσις trotzig gegenüberstellt, zum Redner, der sich anheischig macht, das Scheinende in der Überzeugung seiner Zuhörer zur Wirklichkeit zu gestalten; und darin gerade erkannte er das Wahre dieser Kunst.² Zwar mass er auch der Physik und Eristik eine gewisse Kraft zu, den Schein der Wahrheit zu erwecken, aber er hielt doch offenbar die Rhetorik für die wirksamste und würdigste dieser Künste. Er selbst gibt uns über die dreifache Gliederung der Geisteswissenschaften in seiner Helena interessanten Aufschluss § 13 ὅτι δ' ἡ παιδὶς προσοῦσα τῇ λόγῳ καὶ τὴν ψυχὴν ἐτυπώσατο ὅπας ἐδούλετο, χρὴ μαθεῖν πρῶτον μὲν τοὺς τῶν μετεωρολόγων λόγους, οἵτινες δόξαν ἀντὶ δόξης τὴν μὲν ἀφελόμενοι τὴν δ' ἐνεργασάμενοι τὰ ἅπιστα καὶ ἄσθητα φαίνεσθαι τοῖς τῆς δόξης ὄμμασιν ἐποίησαν· δεύτερον δὲ τοὺς ἀναγκαίους διὰ λόγων ἀγῶνας ἐν οἷς εἰς λόγος πολὺν ὄχλον ἐτερψε καὶ ἔπεισε τέχνη γραφεῖς, οὐκ ἀληθεῖς λεγθεῖς· τρίτον φιλοσόφων λόγων ἀμίλλας ἐν αἷς δέικνται καὶ γνῶμης τάχος... ὡς εὐμετάβολον ποιῶσι τὴν τῆς δόξης πίστιν. Unter diesen drei Künsten der Παιδῶ, die er selbst erprobt hat, der Physik, Rhetorik und Eristik, wandte er sich in der letzten Zeit seines Lebens fast ausschliesslich der Rhetorik zu und fand darin den Ruhm und Erfolg, den ihm die beiden

λόγων πρὸς Δημόκριτον περὶ τῶν ἐν οὐρανῷ περὶ τῶν ἐν ἄδου, deren Beziehung zu Demokrit USNER, *Anal. Theophr.* S. 13 erläutert hat. Vielleicht deckt sich dieser offenbar aus einem anderen Katalog eingeschobene Büchertitel mit den ἐκργήταις. Die Behandlung des Katalogs durch UNGER, *Rh. Mus.* 38, 489 ist verfehlt. S. auch SCHRADER, *Quaest. Peripatetic.* Hamb. 1884 S. 7¹.

¹ S. Pal. 24 τό γε δόξαια καὶ οὐκ ἀπασι περὶ πάντων. Vgl. Isocr. 3, 26, 15, 271.

² Platon Phaedr. 267A Τίτιαν δὲ Γοργίαν τε ἵσταμεν εὐθεὶ οἱ πρὸ τῶν ἀνδρῶν τὰ εἰκότα εἶδεν ὡς τραγῆα μᾶλλον, τὰ τε αὐτὴν τιμὰς μεγάλα καὶ τὰ μεγάλα τιμὰς φαίνεσθαι ποιῶσι διὰ ξύμην λόγου κτλ.

anderen versagt hatten. Darum rühmte er sich auch nicht ein Sophist, sondern ein Rhetor zu sein (Plato Gorg. 449 A), als ob dies seine eigenste Domäne sei.

Aber wenn auch seine neue τέχνη gewaltig und geradezu verblüffend auf die Zeitgenossen wirkte, so ist auch sie nicht über Nacht entdeckt worden, sondern langsam im Lande der witzigen Sikuler gereift. Man hat längst erkannt, wie geeignet gerade dieser Boden war, die eigentümliche rhetorische Manier des Gorgias zu entwickeln, die weiter nichts als Esprit verlangte. Aber man wird auch nach gewissen Namen fragen müssen, die hier zuerst die neue Richtung angeregt haben. Aristoteles in seiner Συναγωγή τεχνῶν, aus der alle Späteren schöpfen, nennt drei Männer, Empedokles, Korax und Tisias. Von diesen können Korax und Tisias nicht in Betracht kommen, da ihre Technē¹ eine handwerksmässige Einübung für die Gerichtsrede nach der Seite der inventio hin bezweckte und auf die stilistische Ausbildung noch gar kein Gewicht gelegt wurde. Dagegen weist vieles, was uns als Gorgianisch auffällt, auf Empedokles hin. Ihn hatte Aristoteles in seinem Sophistes und ähnlich in seiner Συναγωγή als den ersten Anreger der Rhetorik erwähnt.² Das ist durchaus glaublich bei einem Manne, der in der Akrigentischen Demokratie auf die Vorzüge seiner Geburt und seiner persönlichen Gewandtheit gestützt eine Zeitlang die Rolle des Perikles gespielt hat. Das ist der grosse Zug, der im Gegensatze zu dem Banausentum des Korax durch die Rhetorik des Gorgias und seiner Schüler geht. Wenn wir uns nun den Charakter des Empedokles aus seinen Gedichten verdeutlichen, so fällt das mächtige Selbstgefühl auf, welches namentlich in den Katharmen fast in Charlatanerie ausartet.³ Er stellt sich uns hier als Heiland vor, der wandernd von Stadt zu Stadt im Prophetengewand unter dem Zulauf der Menge seine 'wohlgespitzte Rede' hält. Wir hören von seinem Aufenthalte in Olympia, wo er durch den Rhapsoden Kleomenes unter grossem Erfolge seinen Weihgesang vortragen liess (Athen. XIV 620 D. Diog. VIII 63. 66), aber auch in Thurioi, wo sich die Sophisten und Sophistenfreunde von ganz Griechenland zusammenfanden, wo sich auch die banausische Rhetorik des Tisias Schüler zu verschaffen wusste wie Lysias. Dies Wanderleben und

¹ S. SUSEMHL, Ind. Schol. Gryphisw. aest. 1884 S. 11.

² Εμπειδοκλής μὲν γὰρ ὁ Ἄρ. φησὶ πρῶτον ῥητορικὴν κειμηλίαν Sext. Math. VII 6. Diog. VIII 57. Quint. III 1, 8.

³ So urteilt auch Aristoteles über seinen Prophetenstil Rhet. I 5. 1407^a 32, wo er ihm absichtliche Zweideutigkeit vorwirft, ὅπερ ποιοῦσιν ὅταν μηδὲν μὲν εἴπωσι λέγειν προσηνύνται δὲ τι λέγειν. αἱ γὰρ τοιοῦτοι ἐν ποίησι λήγουσι ταῦτα οἷον Ἐμπειδοκλῆς. φησὶ γὰρ τὸ κύνῳ πολὺ ὄν καὶ πιάτχουσιν αἱ ἀκροαταὶ ὅπερ αἱ πολλοὶ παρὰ τοῖς κύνεσσιν.

Wanderpredigen erinnert durchaus an die eigentlichen Sophisten. Auch Gorgias und Hippias traten im Purpurgewand auf und suchten in Olympia durch Production ihrer erstaunlichen Künste Reclame zu machen. Unter solchen Umständen kann es kein Wunder nehmen, dass die eitle Epideiktik auch im Stile den Charakter des Pomphaften, Gesuchten, Spielenden ausprägt, wie er uns als das Eigentümliche der Gorgianischen Technik entgegentritt. Aber der Zusammenhang mit Empedokles erstreckt sich viel weiter als auf dies Allgemeine.¹

Schon Aristoteles beschäftigt sich eingehend mit seinem Stil. Während er ihn in der Poetik aus der Reihe der Dichter gestrichen hat, urteilt er in seinem Dialoge über die Dichter etwas milder. Er hebt ausser der Nachahmung Homers besonders die Kunst der Phrasierung hervor, die er auf den häufigen Gebrauch der Metapher und der sonstigen 'Treffer' des poetischen Stils zurückführt.² Auch in der Poetik erscheinen einige kühne Metaphern des Empedokles als Beispiele (1457^b 13 und 24). Da wir etwa den fünften Teil seiner didaktischen Poesie erhalten haben, so ist uns gestattet, die Andeutungen des Aristoteles nicht nur bestätigen, sondern auch im Einzelnen näher ausführen zu können. Die Kühnheit der Metapher setzt uns in Erstaunen. Unter zahlreichen Beispielen greife ich einige heraus. Von den fruchtetragenden Bäumen gebraucht er das frostige *ψοτοκεῖ* V. 219, ein mangelhafter Beweis heisst ihm eine *πίστις λιπόβυλος* »der das Holz fehlt«. Man wird sich daher auch die geschmacklose Metapher *σάρκινος ὄζος*, womit er das Ohr meinte, gefallen lassen müssen (Theophr. de sens. 9. Dox. 501, 14), zumal er selbst die Arme als *κλάδοι* (V. 348) bezeichnet hat und Gorgias' Schüler und Nachahmer Likymnios mit demselben Tropus für die hervorstehenden Redetheile (Proömium und Epilog) den Kunstaussdruck *ὄζοι* erfunden zu haben scheint. (SPENGLER *Synagoge* S. 90, 2.) Wenn SPENGLER Recht

¹ Der Versuch von Foss de Gorgia S. 57, aus den Epigrammen des Empedokles (Bergh P. L. II ⁴261) und einem Apophthogema dessen rhetorische Technik erweisen zu wollen, scheint von der dankbaren Aufgabe abgeschreckt zu haben, das Rhetorische bei Empedokles nachweisen zu wollen. Übrigens sind die gegen die Echtheit der beiden Epigramme vorgebrachten Gründe wenig stichhaltig. Das *παύρησιον* auf Akron ist ganz im Charakter des Empedokles und das Epitaphium auf Pausanias wird dadurch nicht unmöglich, dass Pausanias nach Diog. VIII 68 den Tod des Empedokles erlebt hat. Denn das gehört in den Roman des Herakleides. Der Altersunterschied, welchen man aus dem Liebesverhältnis zwischen Pausanias und Empedokles ableiten könnte, fällt mit dessen Quelle: Aristippos *περὶ παλαιῶς τρυφῆς*. GALEN (X 6) fasst vielmehr Pausanias als ärztlichen Rivalen des Empedokles mit Philition zusammen.

² Diog. VIII 57 *ἐν τῷ Περὶ ποιητῶν φησιν ὅτι καὶ Ὀμηρικὸς ὁ Ἐμπεδοκλῆς καὶ δευτὸς περὶ τὴν φράσιν γέγονε μεταφορικὸς τ' αὖ καὶ τοῖς ἄλλοις τοῖς περὶ ποιητικὴν ἐπιτεύματι χροαμένους* S. J. BERNAYS *Dialogue d. Ar.* S. 11. Das Urtheil des Dionysios de compos. verb. 22 ist recht oberflächlich und schematisch.

hat, diesen Likymnios mit dem Dithyrambiker aus Chios zu identifizieren, so wird man auch in dieser Verbindung poetischer und rhetorischer Technik an den Akragantiner erinnert. Frostige Katachresen sind ja bei einem Dithyrambiker nicht weiter auffallend. Aber auch in Gorgias' poetischer Prosa fand man diesen Dithyrambenschwulst wieder.¹ Seine Metapher *χλαρά και ἑναίμα τὰ πράγματα* und ähnliches trifft die Rüge des Aristoteles Rhet. I 3. 1406^b 9. Den Späteren kam diese Übertreibung des tragischen Ausdrucks lächerlich vor, aber man darf nicht vergessen, dass der sicilische Esprit von diesem starken Gewürz mehr vertragen konnte als die übrigen Griechen. Muster der Art liefern die kärglichen Fragmente der Epicharm z. B. aus dem Busiris (S. 223 Lor.), wo Herakles beim Mahle beschrieben wird:

πρᾶτον μὲν αἶ κ' ἔσθοντ' ἴδοις νιν ἀποθανούς·
 βρέμει μὲν ὁ φάρυγξ ἔνδοθ', ἀραβεῖ δ' ἁ γνάτος,
 ψοφεῖ δ' ὁ γόμφιος, τέτριγε δ' ὁ κυνόδων
 σίζει δὲ ταῖς ῥίνεσσι, κινεῖ δ' ὕατα.

Ferner tadelt Aristoteles an Gorgias' Stil die Composition der Epitheta wie *πτωχόμουσοι κόλαξ* (Rhet. a. O. 1405^b 37), dem sich aus den erhaltenen Reden eine grosse Anzahl wie *φρίκη περίφοβος και ἔλεος πολύδακρυς και πόθος φιλοπενδής* (Hel. 9) zur Seite stellen lassen. Dergleichen ist freilich allgemein poetisch, aber es ist doch bemerkenswert, dass auch hierin Empedokles übertreibt mit seinen wunderlichen *βουγενῇ ἀνδρόπρωρα, ἀνδραφυῇ βούκρανα, εἰλίποδ' ἀκριτόχειρα* (V. 257 ff. Plut. adv. Col. S. 1123). Ebenso beruht das Streben nach Personification, das bei Gorgias so sehr hervortritt, auf allgemein poetischen Grundsätzen. So Hel. 8 *λόγος δυνάστης μέγας ἐστὶν ὅς σμικροτάτῃ σώματι καὶ ἀφανιστάτῃ δειντάτῃ ἔργα ἀποτιλεῖ*, 13 *τοῖς τῆς δόξης ὄμμασιν*. Aber auch hier geht Empedokles weiter als der epische Stil erlaubt V. 69 *ἐν ἑκ πλεόνων μεμάρθηκε φύεσθαι* V. 177 *ἀμειψέως* (vergl. 181), wie denn überhaupt die Einführung seiner Elemente und Principien unter Götternamen hierher zu rechnen ist.² Kleinlich wirkt der lange Katalog der Genien, in denen allgemeine Zustände personificiert erscheinen

V. 393 *ἔνθ' ἦσαν χθονὴ τε καὶ Ἥλιόπη ταναάπις*
Δηρίς δ' αἱματεσσσα καὶ Ἀρμονὴ Σεμεράπις
Καλλιστῷ τ' Αἰσχρῇ τε Θέωσά τε Δηναίη τε u. s. w.

Die Einförmigkeit der paarweisen Aufzählung wird noch gesteigert durch die in diesen sieben Versen regelmässig angewandte weibliche Cäsur,

¹ Dionys. Lys. 3 *ἐν πολλοῖς πᾶν φορτικὴν καὶ ὑπέροχμον ποιῶν τὴν κατασκευὴν καὶ οὐ πόρρον διευκρινίζον ἑνια φθονογνοῦσιν*.

² Vergl. Epicharm bei Menander F. C. G. IV 233, S. 258 Lor. S. *Sitzungsber.* 1883, 489.

ähnlich wie die Schilderung der goldenen Zeit hierdurch eine gewiss beabsichtigte Weichlichkeit erhält

V. 421 ἦσαν γὰρ κτὶλ' ἅπαντα καὶ ἀνδράποισι προσήνῃ
φῆρές τ' οἰωνοὶ τε φιλοφροσύνη τε δεδήει
δένδρεα δ' ἐμπεδόφυλλα καὶ ἐμπεδόκαρπα τεσέληει
καρπῶν ἀφροσύνησι κατήρεα πάντ' ἐνιαυτόν.

Die Paronomasie, die hier in ἐμπεδόφυλλα καὶ ἐμπεδόκαρπα hervortritt, ist ein bei Empedokles in mannigfacher Gestalt angewandter Tropus. Ähnlich ist V. 8 οὕτως οὐτ' ἐπιδερκτά τὰδ' ἀνδράσιν οὐτ' ἐπακουστά. Damit vergleicht sich Gorgias Hel. 2 ἐμάρτυρος καὶ οὐβέλκρος γέγονεν... πίστις, Pal. 15 σύνεστι γὰρ μοι· διὸ σύνιστε ταῦτα. Der umgekehrte Gleichklang tritt hervor in Emp. 287 ὥδε δ' ἀναπνέει πάντα καὶ ἐκπνέει,¹ Gorg. Hel. 10 ἐπαγαγοὶ ἡδονῆς, ἀπαγαγοὶ λύπης und oft. Auch diese bei Gorgias so übermässig angewandten Wortanklänge müssen sich, wie die ähnlichen Beispiele des Empedokles, im letzten Grunde auf die Freude der Sicilier an dergleichen jeux d'esprits zurückführen lassen. Aus Epicharm klingt manches an, z. B. das Wortspiel ἀλλ' οὐ τι γέρανον ἀλλ' ἔρανον γὰ ται λέγω. Verwandt ist die Wiederholung derselben Wörter in verschiedenem Casus, z. B. bei Empedokles V. 170 λόγου λόγον ἐσχχετεύαν, 254 ἐμίσγετο δαίμονι δαίμων und ebenso bei Gorgias Hel. 9 φέρε δὴ πρὸς ἄλλον ἀπ' ἄλλου μεταστῶ λόγον λόγου, Palam. 37 τοὺς πρώτους τῶν πρώτων Ἑλλήνας Ἑλλήνων oder ausgeführter Emp. 197

ὑδατι μὲν γὰρ ὕδωρ, πυρὶ δ' αὖξεται ἀνύγιον πῦρ
αὖξει δὲ χυδῶν μὲν σφέτερον δέμας αἰθέρα δ' αἰθέρ.

Ebenso 333 γαίῃ μὲν γὰρ γαῖαν ὀπάπαμεν, ὕδατι δ' ὕδωρ
αἰθέρι δ' αἰθέρα διόν, ἀτὰρ πυρὶ πῦρ αἰθήλον
στοργῇ δὲ στοργήν, νεῖκος δέ τε νεῖκεῖ λυγρῇ.

Vergl. 282 ff. Gorgias Hel. 1 τὸ μὲν ἄξιον ἐπαίνου ἐπαίνῳ τιμᾶν, τῷ δὲ ἀναξίῳ μᾶλλον ἐπιτιθεῖναι. Fr. des Epitaph. ὕβρισταὶ εἰς τοὺς ὕβριστάς, κόσμιοι εἰς τοὺς κοσμίους, ἄφθοβοι εἰς τοὺς ἀφθόβους, δεινοὶ ἐν τοῖς δεινοῖς. Auch hier lässt sich eine Parallele aus Epicharm beibringen (S. 270, 43 L.) καὶ γὰρ ἅ κύνων κυνὶ κάλλιστον εἶμεν φαίνεται καὶ βοῦς βοῖ, ὄνος δ' ὄνῳ κάλλιστον ὅς δὲ θῆν ὄτ. Vielleicht ist dies die Figur der διπλασιολογία, welche der Akragantiner Polos, des Gorgias Schüler, besonders pflegte (Platon Phaedr. 267 C. 1. SCHANZ, Sophist. I. S. 135). Da Platon im Sympos. 198A, wo er über Agathons γοργιάζειν höhnt, das paronomatische Oxymoron ἀδέες δέος anbringt, so darf an den Palam. 20 ἀδίωτας βίος und 21 βίος οὐ βιωτάς erinnert werden, welches mit dem ungewöhnlichen ζωῆς ἀβίου des Empedokles (V. 4) verglichen werden kann.

¹ Ähnlich der Gorgianisch gebildete Verfasser der Pseudhippokratischen Schrift Περὶ φυσῶν p. 96 τοτὲ μὲν ἐμπνέοντα, τοτὲ δὲ ἐκπνέοντα. Seine Schemata hat gesammelt ILBERG a. O. S. 26f.

Das Charakteristische des Gorgianischen Stils lag nach der Ansicht der Alten hauptsächlich in der concinnten Anordnung der Kola zu kunstreichen Perioden, deren Gliederung durch reimartige Ein- und Ausgänge verdeutlicht wurde. Mit seinen *Parisa*, *Paromoia* und *Antitheta*, welche als *Γοργίεια σχήματα* besonders berühmt geworden sind, versuchte er die ungebundene Rede zur gebundenen zu steigern, um auch in der äusseren Form seiner Kunstreden mit dem Dichter wetteifern zu können. Wenn es daher auch schwierig erscheinen mag, das was Surrogat der dichterischen Form sein soll, bei dem Dichter selbst nachzuweisen, so lassen sich doch bei Empedokles die deutlichen Spuren des bekannten Gorgianischen Parallelismus aufzeigen, zum deutlichen Beweise, dass der sicilische Dichter nicht episch, sondern rhetorisch zu componieren gewohnt ist. Man vergleiche folgendes Parison:

V. 180 ὅσων δ' αἰὲν ὑπὲκ προθέοι, τόσων αἰὲν ἐπῄει

mit dem zweimaligen αἰὲν, wie bei Gorgias (Epit.) τί γὰρ ἀπὴν τοῖς ἀνδράσι τούτοις, ὧν δεῖ ἀνδράσι προσεῖναι, τί δὲ καὶ προσῆν ὧν εὖ δεῖ προσεῖναι. Ähnlich Emp. V. 63

δοιή δὲ θνητῶν γένεσις, δοιή δ' ἀπόλειψις

mit dem Homoioteleuton und Homoiokatarkton. Viel häufiger sind aber bei ihm die weiter ausgespinnenen Perioden mit dem ganzen Schmuck der Antitheta und Parisa, z. B. 67. 68 = 116. 117

ἄλλοτε μὲν φιλότῃτι συνεσχόμεν' εἰς ἓν ἅπαντα,

ἄλλοτε δ' αὖ δίχ' ἕκαστα φρεσύνενα νείκεος ἔλθει.

Ferner die öfter wiederholte Antithese 61. 62 = 75. 76

τοτὲ μὲν γὰρ ἓν ἠϋζήθη μόνον εἶναι

ἐκ πλεόνων, τοτὲ δ' αὖ διέφθ' ἑξ ἑνὸς εἶναι.

Man sieht, wie sich nicht blos die anaphorisch verbundenen Glieder entsprechen, sondern innerhalb dieser jedes einzelne Wort ein ganz gorgianisches ἀντίθετον bildet. Doch hält sich diese Spielerei bei Empedokles noch in gewissen Grenzen, während sie der Schüler ins Masslose steigert. Übrigens liegt diese Antithesensucht dem Sicilier im Blute, wie Epicharms Beispiel zeigt S. 263. 28. und die schon von Aristoteles (Rhet. Γ 9. 1410^b3) angeführte falsche Antithese

τόκα μὲν ἐν τήναις ἐγὼν ἦν, τόκα δὲ παρὰ τήναις ἐγὼν.

Eine besondere Kunst entwickelt Empedokles darin, die verschiedenen Hauptbegriffe seines Systems in äusserlich markierter Anordnung vorzuführen. So fasst er seine vier Elemente in einen Vers, die zwei wirkenden Kräfte antithetisch pointiert in je einem weiteren V. 78 ff. zusammen:

πῦρ καὶ ὕδωρ καὶ γαῖα καὶ αἰθέρος ἥπιον ὕψος

Νεῖκός τ' εὐλόμενον δίχα τῶν, ἀτάλαντον ἀπάντη,

καὶ Φιλότης μετὰ τοῖσιν, ἴση μῆκός τε πλάτος τε.

Dass dies nicht zufällig ist, beweisen viele andere derartige Gruppierungen, z. B. die vier Elemente mit *Νεῖκος* und *Φιλία* in sechs Versen 98 ff.

ἡ ἑλίου μὲν λευκὸν ὄρα καὶ θερμὸν ἀπάντη,
 ἄμβροτα δ' ὅσ' ἰδεῖ¹ τε καὶ ἀργεῖτι δέυεται αὐγῇ,
 ἄμβρον δ' ἐν πᾶσι δοκοῦντα τε ῥιγαλέον τε,
 ἐκ δ' αἴης προρέουσι θελυμνά τε καὶ στερεωπά,
 ἐν δὲ Κότῳ διάμορφα καὶ ἄνδοχα πάντα πέλονται,
 σὺν δ' ἔθῃ ἐν Φιλότῃ καὶ ἀλλήλοισι ποθεῖται.

Eine besonders künstliche Responson bietet die grosse Periode V. 314 — 325, welche den oben erwähnten Vergleich des Auges mit der Laterne durchführt. Wie der in sechs Versen abgeschlossene Vorderatz mit den Versen endigt:

οἱ τ' ἀνέμων μὲν πνεῦμα διασκοινοῦσιν ἀέντων
 πῦρ δ' ἔξω διαδρῶσκον ὅσον ταναώτερον ἦεν
 λάμπεσκον κατὰ βηλὸν ἀτείρεσιν ἀκτίνεσσιν,

so schliesst auch der fünf Verse umfassende Nachsatz die Vergleichenung ab mit

αἱ δ' ὕδατος μὲν βένθος ἀπέστεγον ἀμφινάοντος,
 πῦρ δ' ἔξω διέσκον ὅσον ταναώτερον ἦεν,

ja es ist sogar möglich, dass noch ein Vers folgte, der dem λάμπεσκον κατὰ βηλὸν entspricht. Denn da das Feuer in gleichviel welcher Gestalt immer dem Himmel zustrebt (ἐθέλον πρὸς ὁμοῖον ἰκέσθαι), so ist es der gleichmässigen, fast schematischen Composition entsprechend, dass wie das Licht der Laterne ἀτείρεσιν ἀκτίνεσσιν zum Himmel zurückstrahlt, wie das auf die Erde reflectierte Sonnenlicht ἀνταυγεῖ πρὸς Ὀλυμπον ἀταρβήταισι προσώποις, wie ferner der Strahl, der den Mond getroffen αὐτίκ' ἀνῆλθε θέουσ' ὡς οὐρανὸν ἵκει,² so auch hier das Feuer des sonnenhaften Auges zur Ursonne zurückstrahlt.

¹ Dies ὅττ' (oder ὡς) ἰδεῖ τε (in der späteren Orthographie εἶδει) liegt wol in der Corruptel ὅττ' ἔδεται oder ὅττα ἔδειτο der Handschriften (Simpl. Phys. S. 33, 11. 159, 16). Der Begriff Wärme wird durch die Responson des vorhergehenden und folgenden Verses gefordert. Daher sind alle Versuche, ein Verbum herzustellen, vergeblich. Dass die göttlichen Gestirne, Sonne, Mond und die Planeten, welche das zweite Element, die Luft vertreten, nicht blos Licht, sondern auch Wärme von dem Himmelsfeuer (unter ἥλιος V. 98 ist der ἥλιος ἀρχέτυπος zu verstehen = αἰθέρ) zugesandt erhalten und wieder ausstrahlen, ist nach dem System selbstverständlich. Das Wort ἵδος (ebenfalls in der Form εἶδος) hat Simplic. Phys. 381, 35 in dem Empedokl. Vers αἰσφοτέρων ὕδατος τε καὶ εἶδος αἵταν ἔχοντες (V. 269) erhalten. Ebenso Hes. Scut. Herc. 397 ἵδει ἐν αἰνοτάτῳ ὁπότε γῆρας Ξείριος ἄζει. Vergl. Hesych. εἶδος· καῦμα. Mit δέυεται vergl. Lucr. 5, 283 *aetherius sol irrigat assidue corlum candore recenti*.

² So habe ich das in den armenischen Philon erhaltene Fragment herzustellen versucht HERMES XV 175. Den dort nachgetragenen Versen wäre noch Einiges hinzuzufügen, z. B. der inhaltlich wie sprachlich gleich interessante Vers τὸν δ' οὐ τάρπε Διὸς τεγεροὶ δόμοι αἰγλήκεις, dessen Erörterung ich mir vorbehalte.

Wenn man diese ganze auf den rhetorischen Effect berechnete Anlage der Empedokleischen Versification erwägt, und damit die aus der allerbesten Quelle stammende Nachricht von den rhetorischen Bestrebungen des sicilischen Philosophen zusammenhält, so ist der Schluss unabweislich, dass Empedokles zuerst die in Sicilien volkstümlichen Verzierungen und Verschnörkelungen der Rede bewusst in seinen Reden und, soweit es irgend der epische Stil zuließ, in seinen Gedichten zur Anwendung brachte. Wenn daher Satyros an die Notiz ἦν καὶ ῥήτωρ ἄριστος die bekräftigende Erläuterung hinzufügt Γοργίαν γοῶν τὸν Λεοντῖνον αὐτοῦ γενέσθαι μαθητὴν ἄνδρα ὑπερέχοντα ἐν ῥητορικῇ, so hat er ganz gewis das Richtige getroffen,¹ wenn man auch den Begriff μαθητής, mit dem die Alten so freigebig sind, etwas weiter fassen mag. Empedokles also war es, der als Physiker dem jungen Gorgias Gewährsmann war und blieb, der ihn dann vielleicht, als er sich unbefriedigt abwandte, auf die Eleaten wies, der ihm endlich auch für seinen eigentlichen Beruf als Rhetor wirksame Anleitung geben konnte.² Es erübrigt nur noch diese drei Stadien der Entwicklung ungefähr chronologisch zu fixieren.

Gorgias trat mit seiner Technik zuerst, wie berichtet wird, öffentlich 427 in Athen auf, als ihm die Eigenschaft als Gesandter der Leon-
tiner Gelegenheit gab, seinen neuen Prunkstil den erstaunten Athenern in ihrem eigenen Dialekte vorzuführen. Doch mag immerhin schon ein Jahrzehnt rhetorischer Übung und Epideixis, sei es in seiner Vaterstadt, sei es anderswo vorher liegen. Die Abfassung des eristischen Buches Περὶ φύσεως setzt Olympiodor ins Jahr 444. Damit trifft er vielleicht das richtige, vielleicht auch nicht. Jedenfalls muss man sich darüber klar werden, dass weder Olympiodor, der an dieser Stelle den Empedokles zum Schüler des Sokrates macht (!), noch sein Gewährsmann darüber irgend etwas genaues gewusst hat noch wissen konnte. Vielmehr liegen die Elemente der Berechnung noch klar vor. Einestheils stellt Isokrates jenes Buch des Gorgias zeitlich (κατ' ἐκείνου τὸν χρόνον) in dieselbe Reihe mit Protagoras, Zenon und Melissos (10, 3. 15, 119), andererseits gab selsbt die gewöhnlichste chronologische Tabelle für alle diese Philosophen die ἀκμὴ 444 (Epoche

¹ Wenn man die vorsichtig gehaltene Nachricht Quintilians III 8 *Gorgias Leon-
tinus Empedoclis ut traditur discipulus* auf Aristoteles *Συναγωγή* zurückführen darf, so erhält Satyros' Notiz eine unverächtliche Bestätigung.

² Es wäre nützlich, um die Wurzeln der Gorgianischen Neuerung völlig blozulegen, neben Empedokles auch das Verhältnis zur Tragödie zu untersuchen. Aber dies liegt von meinem Wege ab und lässt sich nicht in der Kürze erledigen. Dass der Dialog der attischen Tragödie, die seit Aischylos in Sicilien Bürgerrechte genoss, Gorgias hauptsächlich zur Wahl dieses Dialektes für seine Kunstprosa veranlasste, zeigen auch einzelne seiner Lieblingswörter, z. B. *διστρέος*.

von Thurioi).¹ Man würde daher nur soviel ungefähr fixieren dürfen, dass Gorgias als junger Mann, etwa um das Jahr 460—450 noch ganz in der Physik des Empedokles befangen war und sich auch schriftstellerisch in der Formulierung dieser Lehre versuchte (optische Schrift), dass er dann um die Mitte des Jahrhunderts von der mächtigen dialektischen Strömung erfasst, sich in der Negative des bisherigen Glaubens gefiel (Schrift *Περὶ τῆς φύσεως ἢ περὶ τοῦ μὴ ὄντος*), dass er schliesslich um den Anfang des peloponnesischen Krieges hin sich der Epideiktik und der Unterweisung der Jugend in dieser rhetorischen Technik widmete. Dabei muss er auch damals noch gelegentlich auf seine alten physikalischen Probleme im Unterricht zurückgekommen sein, wenn er sie auch nicht mehr als Wahrheit, sondern nur als *δῶξα* mittheilen konnte. Diese Thatsache lehrt der platonische Menon und selbst der späteren Zeit scheint sie nicht ganz aus dem Gedächtnisse entschwunden zu sein. Denn wie Isokrates, der doch seiner Rhetorik so viel zu verdanken hat, wenn er seinen Namen nennt, lieber an die eristische und physikalische Epoche erinnert und in seinem Nihilismus den Ausgang und die natürliche Consequenz der naturphilosophischen Speculation erblickt (15, 268), so war auch auf der Reliefplatte, die an dem Grabmal des Isokrates angebracht war, neben dem Verstorbenen selbst sein Lehrer Gorgias abgebildet, wie er einen Himmelsglobus betrachtete. (Vita X orat. S. 838.)

¹ S. Rhein. Mus. XXXI 40.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

17. April. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

1. Hr. WEBSKY las über die Ein- und Mehrdeutigkeit der Fundamental-Bogen-Complexe für die Elemente monoklinischer Krystall-Gattungen.

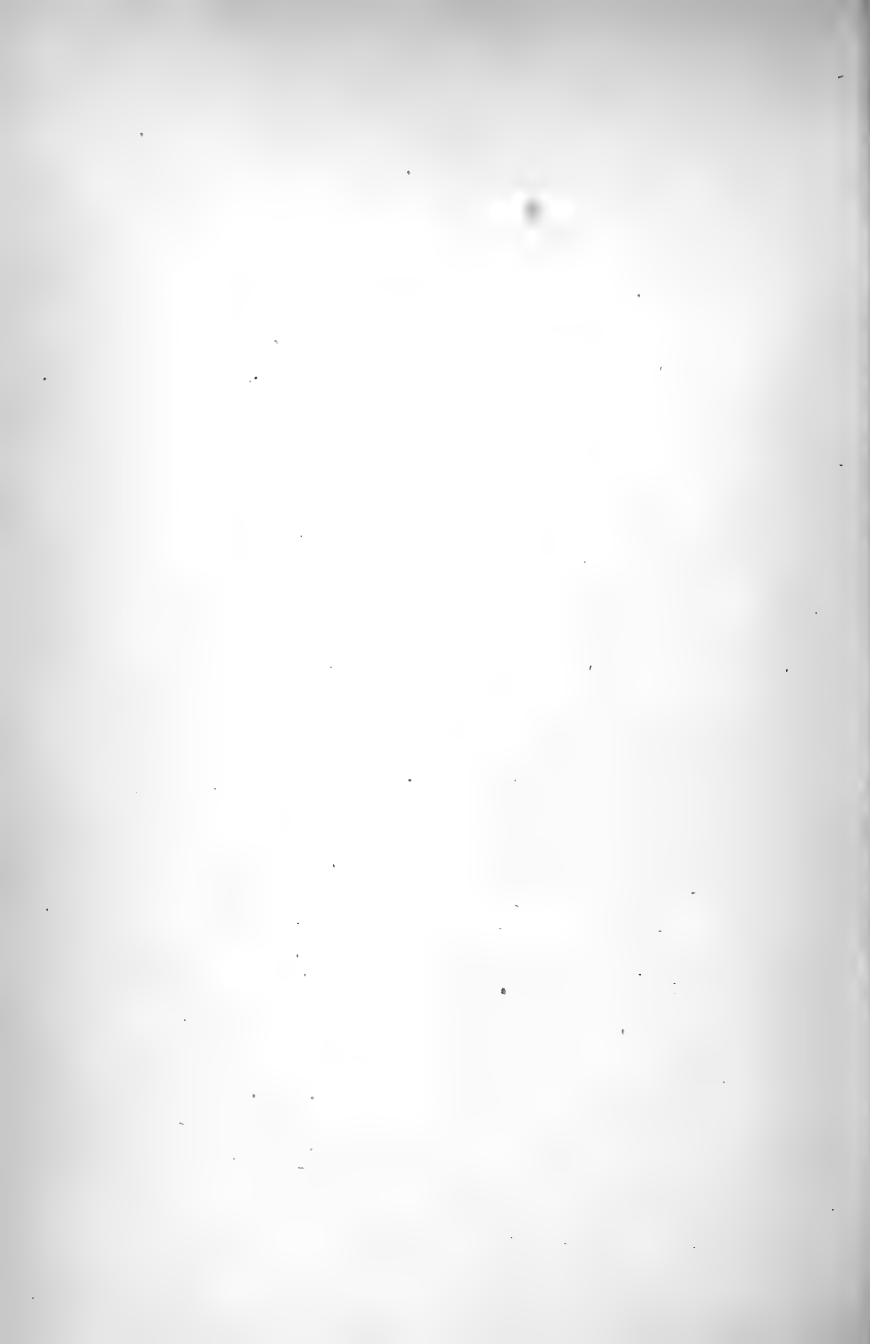
2. Hr. AUWERS legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. SPÖRER in Potsdam über die Ermittlung der Knotenlänge und Neigung bei Bestimmung der Rotationselemente der Sonne vor.

3. Hr. MUNK legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. E. MENDEL über paralytischen Blödsinn bei Hunden vor.

Alle drei Mittheilungen folgen umstehend.

4. Durch Verfügung des vorgeordneten Ministeriums vom 4. April wurde die von der physikalisch-mathematischen Classe beschlossene Geldbewilligung an den Privatdocenten bei der philosophischen Facultät der Universität in Bonn, Hrn. Dr. WILHELM SCHIMPER, im Betrage von 750 Mark als Unterstützung zum Zweck einer Reise nach Antibes zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über Stärkebildung und Chlorophyll an marinen Algen, bestätigt.

5. Am 11. April 1884 ist in Cannes das auswärtige Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hr. JEAN-BAPTISTE DUMAS in Paris, und am 14. April das Ehrenmitglied Hr. JULIUS FRIEDLAENDER hieselbst verstorben.



Über die Ein- und Mehrdeutigkeit der Fundamental-Bogen-Complexe für die Elemente monoklinischer Krystall-Gattungen.

VON MART. WEBSKY.

Die Berechnung der krystallographischen Elemente aus drei gewählten Fundamental-Bögen für ein monoklinisches Axensystem hat die besondere Schwierigkeit, dass der Gang derselben nicht, wie bei den übrigen Krystallisations-Systemen — das triklinische eingeschlossen — in einen einheitlichen Rahmen gefasst werden kann, sondern eine grosse Anzahl von Sonderverhältnissen darbietet.

In meinem Vortrage am 1. März 1880¹ habe ich die erforderlichen Eigenschaften der zu wählenden Fundamental-Bögen und die Limiten der die Aufstellung begründenden Willkür in der Wahl der Fundamental-Flächen-Symbole besprochen, doch ist in den daraus gezogenen Consequenzen der Umfang der aufkommenden Casuistik keineswegs erschöpft, auch die Frage der Ein- und Mehrdeutigkeit der Resultate nicht ganz richtig zum Ausdruck gebracht worden.

Wenn man den letzteren Gesichtspunkt in den Vordergrund stellen will, wird es nothwendig, einen anderen Eintheilungs-Modus der verschiedenen möglichen Fälle ins Auge zu fassen.

Eindeutig sind allemal diejenigen Fälle, in denen zu Fundamental-Bögen zwei aneinander schliessende Bögen zwischen drei, der concreten Reihenfolge nach, sonst willkürlich symbolisirten Flächen e_1, e_2, e_3 der auf der Symmetrie-Axe OB senkrechten Zone $[aee]$ gewählt sind, der dritte, von e_1 oder e_2, e_3 ausgehend, nach einer vierten Fläche g führt, welche, in einer der Zonen $[e_1b]$ oder $[e_2b], [e_3b]$ belegen, nicht

mit $b = (\infty a : b : \infty c)$ zusammenfällt, bezüglich des Axenschnittes $\frac{a}{\mu}$
demgemäss, im Axenschnitt $\frac{b}{v}$ — mit Ausschluss der Werthe $\frac{b}{\infty}$

und $\frac{b}{0}$ — willkürlich symbolisirt ist. Es sind dies die Fälle, welche

¹ Monatsberichte 1880, S. 240—257.

ich damals unter A , 1. a , b^1 auführte und welche direct die Grundlagen der zu den Elementen selbst führenden Schlussrechnung enthalten.

Eindeutig sind ferner die Fälle, in denen als erster Fundamental-Bogen der zwischen zwei willkürlich symbolisirten Flächen e_1 , e_2 der Zone $[aec]$ belegene genommen wird und die weiteren zwei Bögen von e_1 und e_2 aus nach einer Fläche g führen, welche nicht in den Zonen $[aec]$, $[e_1b]$, $[e_2b]$ belegen ist; das Symbol dieser Fläche ist im Axenschnitt $\frac{b}{v}$ — mit Ausschluss der Werthe $\frac{b}{\infty}$, $\frac{b}{0}$ — willkürlich

wählbar, im Axenschnitt $\frac{a}{\mu}$ aber nach Maassgabe der Bögen e_1e_2 , e_1g , e_2g limitirt². Es sind dies die damals sub B , 1. aufgeführten Fälle.

Eindeutig wird auch das Resultat, wenn gleichfalls als erster Fundamental-Werth ein Bogen e_1e_2 zwischen willkürlich symbolisirten Flächen der Zone $[aec]$ gewählt wird, der zweite Bogen in Zone $[e_1b]$ (resp. $[e_2b]$) von e_1 (resp. e_2) nach einer nur im Schnitt $\frac{b}{v}$ willkürlich symbolisirten Fläche g geht, der dritte Fundamental-Bogen aber von g aus in Zone $[ge_2]$, (resp. in Zone $[ge_1]$) gewonnen wird nach einer vierten Fläche h , deren Symbol im Sinne der Zonenlage und concreten Reihenfolge, sonst willkürlich gewählt werden darf.

Wird an Stelle dieses dritten Winkels gh der Normalenbogen von h nach $b = \infty a : b : \infty c$ benutzt, so ist das Resultat zweideutig, weil alsdann der abgeleitete Werth $= \sin gh$ sich auf einen Bogen $gh < \text{oder} > 90^\circ$ beziehen kann; wenn das Augenmaas nicht ausreicht, entscheidet eine Auxiliar-Messung des Bogens gh .

Es bleiben nun noch die Gruppierungen übrig, bei denen die Aufstellung des Krystalls durch die willkürliche Wahl der Symbole zweier

Octaëd-Flächen $g = \frac{a}{\mu_1} : \frac{b}{v_1} : c$ und $h = \frac{a}{\mu_2} : \frac{b}{v_2} : c$ bedingt wird, welche nicht der Zone $[aec]$ angehören, auch nicht mit $b = (\infty a : b : \infty c)$ zusammenfallen. Es möge für die Folge vorausgesetzt sein, dass g und h stets auf der rechten Seite der Symmetrie-Ebene belegen seien, auch die Fundamental-Bögen durchweg in Werthen $< 180^\circ$ ausgedrückt werden. Um die Zahl der erforderlichen Fundamental-Bögen zu erreichen, müssen, wenn der Bogen gh benützt wird, noch zwei, sonst drei Bogen-Abstände herbeigezogen werden, welche auf Flächen führen, deren Symbole auf dem Wege der Deduction mit Berücksichtigung

¹ ibidem p. 248.

² ibidem p. 247. 252.

der Symmetrie-Verhältnisse aus der für g und h getroffenen Wahl hergeleitet werden können.

Es sind dies¹ zunächst die symmetrisch liegenden Flächen $\bar{g} = \frac{a}{\mu_1} : \frac{b}{v_1} : c$ und $h = \frac{a}{\mu_2} : \frac{b}{v_2} : c$, ferner die Dodecaëdflächen:

$$e_1 = \frac{a}{\mu_1} : \infty b : c \text{ in Zone } [bg\bar{g}b],$$

$$e_2 = \frac{a}{\mu_2} : \infty b : c \text{ in Zone } [bh\bar{h}\bar{b}],$$

welche die Kanten $g|g$ und $h|h$ grade abstumpfen, dann aber noch die Dodecaëdflächen:

$$e_3 = \frac{a}{\mu_3} : \infty b : c = \frac{v_2 + v_1}{v_2 \mu_1 + v_1 \mu_2} a : \infty b : c,$$

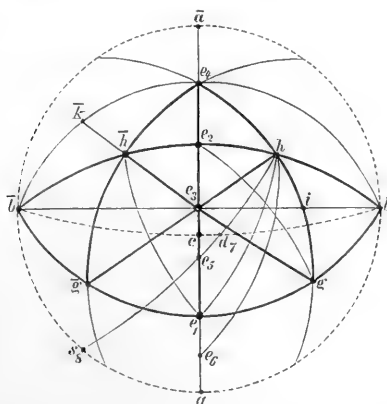
$$e_4 = \frac{a}{\mu_4} : \infty b : c = \frac{v_2 - v_1}{v_2 \mu_1 - v_1 \mu_2} a : \infty b : c$$

in den Zonen $[ge_3\bar{h}][\bar{g}e_3h]$ und $[ghe_4][\bar{g}\bar{h}e_4]$.

Wenn der Bogen $gh < 180^\circ$ gedacht wird, fällt e_3 in den Bogen $e_1e_2 < 180^\circ$, e_4 ausserhalb desselben.

Es kommen im Ganzen also 8 Flächenpositionen in Betracht, zwischen denen 10 selbstständige Bögen gemessen werden können; welche ich der Kürze halber, wie folgt, bezeichnen will:

¹ Wiederabdruck der in den Monatsberichten, 1880 S. 244 benutzten Figur.



Die Positionen $c, a, e_3, e_6, s, d, i, k$ kommen in diesem Vortrage nicht in Betracht.

$$\begin{aligned}
\delta &= gh = \bar{g}\bar{h} \\
\varepsilon &= he_1 = \bar{h}\bar{e}_1 \\
(\delta + \varepsilon) &= ge_4 = \bar{g}\bar{e}_4 \\
\zeta &= ge_3 = \bar{g}\bar{e}_3, \\
\eta &= he_3 = \bar{h}\bar{e}_3 \\
(\zeta + \eta) &= gh = \bar{g}\bar{h} \\
\kappa &= e_1h = \bar{e}_1\bar{h} \\
\lambda &= e_2g = \bar{e}_2\bar{g} \\
\sigma &= ge_1 = \bar{g}\bar{e}_1 = 90^\circ - gb = \frac{1}{2}g\bar{g}, < 90^\circ \\
\tau &= he_2 = \bar{h}\bar{e}_2 = 90^\circ - hb = \frac{1}{2}h\bar{h}, < 90^\circ
\end{aligned}$$

Da mit den Flächen $\bar{g}, h, e_1, e_2, e_3, e_4$ keineswegs der Cycclus der deducirbaren Positionen abgeschlossen ist, könnte man das disponible Bogenmaterial und zwar ohne ersichtliche Grenze noch vermehren; es bilden aber die hier in Betracht gezogenen Flächen e_1, e_2, e_3, e_4 den unmittelbar aus den Kantenlagen von g, \bar{g}, h, \bar{h} symbolisirbaren Complex; da nun schon sie auf eine zahlreiche Casuistik führen und die secundären Deductionen noch complicirtere Verhältnisse darbieten, so habe ich mich auf die hier verzeichneten Bögen beschränkt.

Es lassen nämlich diese 10 Bögen, von denen zwei die Summe von je zwei anderen bilden, 90 verschiedene Combinationen von je drei derselben zu. Dabei führen alle diese 90 Combinationen auf Elemente, indessen nur 26 auf ein eindeutiges Resultat, 24 weitere auf ein im Allgemeinen zweideutiges und 40 auf ein mehrdeutiges. Diese letzteren, mehr als zweideutigen, haben keinen praktischen Werth, dagegen sind die zweideutigen zum Theil in besonderen Fällen eindeutig und, wenn dies nicht stattfindet, durch die, selbst approximative Messung eines vierten Auxiliarbogens eindeutig auszulegen.

In der folgenden Tabelle sind die auf unzweideutige Elemente führenden Drei-Bogen-Complexe unterstrichen gedruckt, die mehr als zweideutigen eingeklammert.

1. $\delta\varepsilon\zeta$	8. $\delta\zeta\eta$	[13. $\delta\eta\kappa$]	17. $\delta(\zeta+\eta)\kappa$
2. $\delta\varepsilon\eta$	[9. $\delta\zeta\kappa$]		18. $\delta(\zeta+\eta)\lambda$
<u>3. $\delta\varepsilon(\zeta+\eta)$</u>	10. $\delta\zeta\lambda$	15. $\delta\eta\sigma$	19. $\delta(\zeta+\eta)\sigma$
4. $\delta\varepsilon\kappa$	11. $\delta\zeta\sigma$	16. $\delta\eta\tau$	<u>20. $\delta(\zeta+\eta)\tau$</u>
5. $\delta\varepsilon\lambda$	[12. $\delta\zeta\tau$]		
6. $\delta\varepsilon\sigma$			
<u>7. $\delta\varepsilon\tau$</u>			
	[21. $\delta\kappa\lambda$]	24. $\delta\lambda\sigma$	26. $\delta\sigma\tau$
	<u>22. $\delta\kappa\sigma$</u>	<u>25. $\delta\lambda\tau$</u>	
	23. $\delta\kappa\tau$		

$$\begin{array}{l}
 \begin{array}{l} 27. \varepsilon \zeta \eta \\ 28. \varepsilon \zeta \kappa \\ 29. \varepsilon \zeta \lambda \\ 30. \varepsilon \zeta \sigma \\ 31. \varepsilon \zeta \tau \end{array} \quad \begin{array}{l} [32. \varepsilon \eta \kappa] \\ 33. \varepsilon \eta \lambda \\ [34. \varepsilon \eta \sigma] \\ \underline{35. \varepsilon \eta \tau} \end{array} \quad \begin{array}{l} [36. \varepsilon (\zeta + \eta) \kappa] \\ 37. \varepsilon (\zeta + \eta) \lambda \\ [38. \varepsilon (\zeta + \eta) \sigma] \\ 39. \varepsilon (\zeta + \eta) \tau \end{array} \quad \begin{array}{l} [40. \varepsilon \kappa \lambda] \\ [41. \varepsilon \kappa \sigma] \\ \underline{42. \varepsilon \kappa \tau} \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{l} [43. \varepsilon \lambda \sigma] \\ 44. \varepsilon \lambda \tau \end{array} \quad 45. \varepsilon \sigma \tau \\
 \\
 \begin{array}{l} 46. (\delta + \varepsilon) \zeta \eta \\ [47. (\delta + \varepsilon) \zeta \kappa] \\ 48. (\delta + \varepsilon) \zeta \lambda \\ \underline{49. (\delta + \varepsilon) \zeta \sigma} \\ [50. (\delta + \varepsilon) \zeta \tau] \end{array} \quad \begin{array}{l} [51. (\delta + \varepsilon) \eta \kappa] \\ 52. (\delta + \varepsilon) \eta \lambda \\ 53. (\delta + \varepsilon) \eta \sigma \\ [54. (\delta + \varepsilon) \eta \tau] \end{array} \quad \begin{array}{l} [55. (\delta + \varepsilon) (\zeta + \eta) \kappa] \\ [56. (\delta + \varepsilon) (\zeta + \eta) \lambda] \\ 57. (\delta + \varepsilon) (\zeta + \eta) \sigma \\ [58. (\delta + \varepsilon) (\zeta + \eta) \tau] \end{array} \quad \begin{array}{l} [59. (\delta + \varepsilon) \kappa \lambda] \\ 60. (\delta + \varepsilon) \kappa \sigma \\ [61. (\delta + \varepsilon) \kappa \tau] \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{l} 62. (\delta + \varepsilon) \lambda \sigma \\ [63. (\delta + \varepsilon) \lambda \tau] \end{array} \quad 64. (\delta + \varepsilon) \sigma \tau \\
 \\
 \begin{array}{l} 65. \zeta \eta \kappa \\ 66. \zeta \eta \lambda \\ \underline{67. \zeta \eta \sigma} \\ \underline{68. \zeta \eta \tau} \end{array} \quad \begin{array}{l} [69. \zeta \kappa \lambda] \\ 70. \zeta \kappa \sigma \\ [71. \zeta \kappa \tau] \end{array} \quad \begin{array}{l} \underline{72. \zeta \lambda \sigma} \\ [73. \zeta \lambda \tau] \end{array} \quad 74. \zeta \sigma \tau \\
 \\
 \begin{array}{l} [75. \eta \kappa \lambda] \\ [76. \eta \kappa \sigma] \\ \underline{77. \eta \kappa \tau} \end{array} \quad \begin{array}{l} [78. \eta \lambda \sigma] \\ 79. \eta \lambda \tau \end{array} \quad 80. \eta \sigma \tau \\
 \\
 \begin{array}{l} [81. (\zeta + \eta) \kappa \lambda] \\ 82. (\zeta + \eta) \kappa \sigma \\ \underline{83. (\zeta + \eta) \kappa \tau} \end{array} \quad \begin{array}{l} 84. (\zeta + \eta) \lambda \sigma \\ \underline{85. (\zeta + \eta) \lambda \tau} \end{array} \quad \underline{86. (\zeta + \eta) \sigma \tau} \\
 \\
 \underline{87. \kappa \lambda \sigma} \quad \underline{89. \kappa \sigma \tau} \quad \underline{90. \lambda \sigma \tau} \\
 \underline{88. \kappa \lambda \tau}
 \end{array}$$

Die Berechnung der Elemente erfolgt aus diesen Complexen stets in der Weise, dass zunächst aus den Fundamental-Bögen zwei an einander schliessende Bögen zwischen e_1, e_3, e_2, e_4 ermittelt, und damit die Verhältnisse der ersten Abtheilung herbeigeführt werden.

In 40 Fällen liegen die Fundamental-Bögen so, dass dies durch Auflösung von sphärischen Dreiecken bewirkt werden kann; von diesen sind 24 eindeutig, 16 zweideutig, in so fern in der Rechnung als Resultat der Sinus-Werth eines Bogens oder Winkels auftritt, der nur unter Umständen auf den einen der möglichen Bögen unzweideutig auszulegen ist.

Es existiren aber neben den Dreiecks-Beziehungen noch einige, auf den obwaltenden Deductions-Verhältnissen beruhende Winkel-Relationen, welche in 2 Fällen die unzweideutige Ableitung eines von den gewählten Fundamental-Bögen abhängigen vierten Bogens geben,

welcher den betreffenden Complex zur Auflösung von sphärischen Dreiecken vervollständigt. In 4 anderen Fällen gelangt man linear zu dem Sinus-Werth eines vierten Bogens, in 4 weiteren Fällen mittelst einer quadratischen Gleichung zu dem Cosinus-Werth eines vierten, die Verwerthung von sphärischen Dreiecken ermöglichenden Bogens.

Es sind also im Ganzen 50 praktisch verwertbare Combinationen vorhanden; die verbleibenden übrigen 40 Combinationen erfordern, dass man mehrere der singulären Deductions-Relationen combinirt, um einen vierten zur Dreiecks-Auflösung führenden Bogen zu finden, für den aber eine biquadratische und auch noch höhere Gleichung aufkommt, welche also besagt, dass der betreffende Fundamental-Bogen-Complex in vier oder noch mehr verschiedenen Elementen bestehen könne.

Diese singulären, auf den besonderen Deductions-Verhältnissen beruhenden Relationen lassen sich wie folgt ausdrücken.

$$\begin{aligned}\cos ghb &= \frac{\cos(90^\circ - \sigma) - \cos \delta \cos(90^\circ - \tau)}{\sin \delta \sin(90^\circ - \tau)} = \frac{\sin \sigma - \cos \delta \sin \tau}{\sin \delta \cos \tau} = \\ &= \cos e_2 h e_4 = \frac{\cos \varepsilon \sin \tau}{\sin \varepsilon \cos \tau}; \text{ daraus: } \frac{\sin \sigma}{\sin \tau} = \frac{\sin(\delta + \varepsilon)}{\sin \varepsilon}. \dots (a)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\cos gh\bar{b} &= \frac{\cos(90^\circ - \sigma) - \cos(\zeta + \eta) \cos(90^\circ + \tau)}{\sin(\zeta + \eta) \sin(90^\circ + \tau)} = \frac{\sin \sigma + \cos(\zeta + \eta) \sin \tau}{\sin(\zeta + \eta) \cos \tau} = \\ &= \cos e_2 \bar{h} e_3 = \frac{\cos \eta \sin \tau}{\sin \eta \cos \tau}; \text{ daraus: } \frac{\sin \sigma}{\sin \tau} = \frac{\sin \zeta}{\sin \eta}. \dots (b)\end{aligned}$$

$$\cos e_2 e_1 = \frac{\cos \lambda}{\cos \sigma} = \frac{\cos \kappa}{\cos \tau} \text{ oder } \frac{\cos \lambda}{\cos \kappa} = \frac{\cos \sigma}{\cos \tau} \dots (c)$$

$$\cos e_2 e_1 = \cos gbh = \frac{\cos \delta - \cos(90^\circ - \tau) \cos(90^\circ - \sigma)}{\sin(90^\circ - \tau) \sin(90^\circ - \sigma)} = \frac{\cos \delta - \sin \sigma \sin \tau}{\cos \sigma \cos \tau};$$

$$\text{daraus: } \cos \delta = \cos \lambda \cos \tau + \sin \sigma \sin \tau, \dots (d)$$

$$\cos \delta = \cos \kappa \cos \sigma + \sin \sigma \sin \tau. \dots (e)$$

$$\begin{aligned}\cos e_2 e_1 = \cos gb\bar{h} &= \frac{\cos(\zeta + \eta) - \cos(90^\circ + \tau) \cos(90^\circ - \sigma)}{\sin(90^\circ + \tau) \sin(90^\circ - \sigma)} \\ &= \frac{\cos(\zeta + \eta) + \sin \sigma \sin \tau}{\cos \sigma \cos \tau};\end{aligned}$$

$$\text{daraus: } \cos(\zeta + \eta) = \cos \lambda \cos \tau - \sin \sigma \sin \tau, \dots (f)$$

$$\cos(\zeta + \eta) = \cos \kappa \cos \sigma - \sin \sigma \sin \tau. \dots (g)$$

Man findet nun ferner:

$$\text{aus (a) (b): } \frac{\sin(\delta + \varepsilon)}{\sin \varepsilon} = \frac{\sin \zeta}{\sin \eta}, \dots (h)$$

$$\text{aus (d) (f): } \cos \delta + \cos(\zeta + \eta) = 2 \cos \lambda \cos \tau, \dots (i)$$

$$\text{aus (e) (g): } \cos \delta + \cos(\zeta + \eta) = 2 \cos \kappa \cos \sigma, \dots (k)$$

$$\text{aus (d) (f): } \cos \delta - \cos (\zeta + \eta) = 2 \sin \sigma \sin \tau, \dots\dots\dots (l)$$

$$\text{aus (a) (d): } \cos \delta = \cos \lambda \cos \tau + \frac{\sin^2 \tau \sin (\delta + \epsilon)}{\sin \epsilon} \dots\dots\dots (m)$$

$$\text{aus (a) (e): } \cos \delta = \cos \kappa \cos \sigma + \frac{\sin^2 \sigma \sin \epsilon}{\sin (\delta + \epsilon)} \dots\dots\dots (n)$$

$$\text{aus (b) (f): } \cos (\zeta + \eta) = \cos \lambda \cos \tau - \frac{\sin^2 \tau \sin \zeta}{\sin \eta} \dots\dots\dots (o)$$

$$\text{aus (b) (g): } \cos (\zeta + \eta) = \cos \kappa \cos \sigma - \frac{\sin^2 \sigma \sin \eta}{\sin \zeta} \dots\dots\dots (p)$$

$$\text{aus (a) (l): } \cos \delta - \cos (\zeta + \eta) = \frac{2 \sin^2 \tau \sin (\delta + \epsilon)}{\sin \epsilon} \dots\dots\dots (q)$$

$$\cos \delta - \cos (\zeta + \eta) = \frac{2 \sin^2 \sigma \sin \epsilon}{\sin (\delta + \epsilon)} \dots\dots\dots (r)$$

$$\text{aus (b) (l): } \cos \delta - \cos (\zeta + \eta) = \frac{2 \sin^2 \tau \sin \zeta}{\sin \eta} \dots\dots\dots (s)$$

$$\cos \delta - \cos (\zeta + \eta) = \frac{2 \sin^2 \sigma \sin \eta}{\sin \zeta} \dots\dots\dots (t)$$

In der hier folgenden Discussion der einzelnen Combinationen kommen nur reale Fälle — unter Ausschluss der unmöglichen und imaginären — in Betracht, da vorausgesetzt wird, dass die zur Verwerthung gelangenden Fundamental-Bögen Abmessungsergebnisse an concreten Krystallen sind.

I. Ein unzweideutiges Resultat geben folgende Combinationen und zwar:

a. unter Verwerthung von zwei sphärischen Dreiecken, deren 12:

6. $\delta \epsilon \sigma$; im Dreieck ge_4e_1 ergibt sich — oder, wie hier der Kürze halber geschrieben werden soll:

$$\triangle ge_4e_1 : \cos e_4e_1; \triangle he_4e_2 : \text{tg } e_4e_2.$$

7. $\delta \epsilon \tau$; $\triangle he_4e_2 : \cos e_4e_2$; $\triangle ge_4e_1 : \text{tg } e_4e_1$.

26. $\delta \sigma \tau$; $\triangle ghb$ giebt aus $gb = 90^\circ - \sigma$, $hb = 90^\circ - \tau$, $\delta : \cos hbg = \cos e_2e_1$, $\cos bhg = \cos e_4he_2$; $\triangle he_4e_2 : \text{tg } e_4e_1$.

35. $\epsilon \eta \tau$; $\triangle he_4e_2 : \cos e_4e_2$; $\triangle he_2e_3 : \cos e_2e_3$.

42. $\epsilon \kappa \tau$; $\triangle he_4e_2 : \cos e_4e_2$; $\triangle he_2e_1 : \cos e_2e_1$.

49. $(\delta + \epsilon)\zeta\sigma$; $\triangle ge_4e_1 : \cos e_4e_1$; $\triangle ge_3e_1 : \cos e_3e_1$.

62. $(\delta + \epsilon)\lambda\sigma$; $\triangle ge_4e_1 : \cos e_4e_1$; $\triangle ge_2e_1 : \cos e_2e_1$.

67. $\zeta\eta\sigma$; $\triangle ge_3e_1 : \cos e_3e_1$, $\sin ge_3e_1$; $\triangle he_2e_3 : \text{tg } e_2e_3$.

68. $\zeta\eta\tau$; $\triangle he_3e_2 : \cos e_2e_3$, $\sin he_3e_2$; $\triangle ge_3e_1 : \text{tg } e_3e_1$.

72. $\zeta\lambda\sigma$; $\triangle ge_2e_1 : \cos e_2e_1$; $\triangle ge_3e_1 : \cos e_3e_1$.

$$77. \quad \eta \kappa \tau; \triangle he_2 e_3 : \cos e_2 e_3; \triangle he_2 e_1 : \cos e_2 e_1.$$

$$86. \quad (\zeta + \eta) \sigma \tau; \triangle bhg \text{ giebt aus } hb = 90^\circ - \tau, hg = 90^\circ + \sigma, \\ \bar{gh} = (\zeta + \eta) : \cos hbg = \cos e_2 e_1, \cos h\bar{g}g = \cos e_3 ge_1; \triangle ge_3 e_1 : \operatorname{tg} e_3 e_1.$$

b. unter Verwerthung von drei sphärischen Dreiecken, deren 10:

3. $\delta \varepsilon (\zeta + \eta); \triangle gh\bar{e}_1 \text{ giebt aus } ge_1 = (\delta + \varepsilon), gh = (\zeta + \eta), he_1 = \varepsilon : \cos ge_1 h \\ = \cos 2 \cdot he_1 e_2 = \cos 2 \cdot ge_1 e_1; \triangle he_1 e_2 : \operatorname{tg} e_1 e_2; \triangle ge_1 e_1 : \operatorname{tg} e_1 e_1.$
8. $\delta \zeta \eta; \triangle ghe_3 \text{ giebt aus } \delta, \zeta, \eta : \cos ge_3 h = \cos (180^\circ - 2 \cdot he_3 e_2) = \\ = \cos (180^\circ - 2 \cdot ge_3 e_1); \triangle he_2 e_3 : \operatorname{tg} e_2 e_3; \triangle ge_3 e_1 : \operatorname{tg} e_3 e_1.$
19. $\delta (\zeta + \eta) \sigma; \triangle ggh \text{ giebt aus } g\bar{g} = 2\sigma, gh = (\zeta + \eta), gh = \delta : \cos ggh \\ = \cos e_1 ge_1 \text{ und } \cos h\bar{g}g = \cos e_3 ge_1; \triangle ge_4 e_1 : \operatorname{tg} e_4 e_1, \triangle ge_3 e_1 : \operatorname{tg} e_3 e_1.$
20. $\delta (\zeta + \eta) \tau; \triangle gh\bar{h} \text{ giebt aus } h\bar{h} = 2\tau, g\bar{h} = (\zeta + \eta), gh = \delta : \cos gh\bar{h} \\ = \cos (180^\circ - e_4 he_2) \text{ und } \cos h\bar{h}g = \cos e_2 he_3; \triangle he_4 e_2 : \operatorname{tg} e_4 e_2; \\ \triangle he_2 e_3 : \operatorname{tg} e_2 e_3.$
22. $\delta \kappa \sigma; \triangle ghe_1 : \cos hge_1 = \cos e_4 ge_1 \text{ und } \cos he_1 g = \cos (90^\circ - he_1 e_2); \\ \triangle ge_4 e_1 : \operatorname{tg} e_4 e_1; \triangle he_2 e_1 : \operatorname{tg} e_2 e_1.$
25. $\delta \lambda \tau; \triangle ghe_2 : \cos ghe_2 = \cos (180^\circ - e_4 he_2) \text{ und } \cos he_2 g = \\ = \cos (90^\circ - ge_2 e_1); \triangle he_4 e_2 : \operatorname{tg} e_4 e_2; \triangle ge_2 e_1 : \operatorname{tg} e_2 e_1.$
82. $(\zeta + \eta) \kappa \sigma; \triangle gh\bar{e}_1 : \cos ge_1 \bar{h} = \cos (90^\circ + \bar{h}e_1 e_2) \text{ und } \cos \bar{h}ge_1 = \\ = \cos e_3 ge_1; \triangle \bar{h}e_2 e_1 : \operatorname{tg} e_2 e_1; \triangle ge_3 e_1 : \operatorname{tg} e_3 e_1.$
85. $(\zeta + \eta) \lambda \tau; \triangle gh\bar{e}_2 : \cos ge_2 \bar{h} = \cos (90^\circ + ge_2 e_1) \text{ und } \cos e_2 \bar{h}g = e_2 \bar{h}e_3; \\ \triangle ge_2 e_1 : \operatorname{tg} e_2 e_1; \triangle \bar{h}e_2 e_3 : \operatorname{tg} e_3 e_1.$
89. $\kappa \sigma \tau; \triangle he_2 e_1 : \cos e_2 e_1, \sin he_1 e_2 \text{ und zwar } he_1 e_2 < 90^\circ \text{ und } = 90^\circ - ge_1 h; \\ \triangle ghe_1 : \operatorname{tg} \frac{1}{2} (hge_1 \pm ghe_1) \text{ und } hge_1 = e_4 ge_1; \triangle ge_4 e_1 : \operatorname{tg} e_4 e_1.$
90. $\lambda \sigma \tau; \triangle ge_2 e_1 : \cos e_2 e_1, \sin ge_2 e_1 \text{ und zwar } ge_2 e_1 < 90^\circ \text{ und } = 90^\circ - ge_2 h; \\ \triangle ghe_2 : \operatorname{tg} \frac{1}{2} (ghe_2 \pm hge_2) \text{ und } ghe_2 = 180^\circ - e_4 he_2; \triangle e_4 he_2 : \operatorname{tg} e_4 e_2.$

c. unter Verwerthung von vier sphärischen Dreiecken, deren 2:

87. $\kappa \lambda \sigma; \triangle ge_2 e_1 : \cos e_2 e_1; \triangle he_2 e_1 : \cos he_1 e_2 = \cos (ge_1 \bar{h} - 90^\circ); \\ \triangle ghe_1 \text{ giebt aus } ge_1 = \sigma, he_1 = \kappa, ge_1 h : \operatorname{tg} \frac{1}{2} (hge_1 \pm ghe_1) \\ \text{und } \bar{h}ge_1 = e_3 ge_1; \triangle ge_3 e_1 : \operatorname{tg} e_3 e_1.$
88. $\kappa \lambda \tau; \triangle he_2 e_1 : \cos e_2 e_1; \triangle ge_2 e_1 : \cos ge_2 e_1 = \cos (ge_2 \bar{h} - 90^\circ); \\ \triangle g\bar{h}e_2 \text{ giebt aus } \lambda, \tau, ge_2 \bar{h} : \operatorname{tg} \frac{1}{2} (g\bar{h}e_2 \pm \bar{h}ge_2) \text{ und } g\bar{h}e_2 = e_2 \bar{h}e_3; \\ \triangle he_2 e_3 : \operatorname{tg} e_2 e_3.$

d. unter Verwerthung anderer Relationen, deren 2:

17. $\delta(\zeta + \eta)\kappa$; nach (k): $\frac{\cos \delta + \cos(\zeta + \eta)}{2 \cos \kappa} = \cos \sigma$; daraus, wie I. b. 22,
aus $\delta\kappa\sigma$: $\operatorname{tg} e_1 e_1, \operatorname{tg} e_2 e_1$.
18. $\delta(\zeta + \eta)\lambda$; nach (i): $\frac{\cos \delta + \cos(\zeta + \eta)}{2 \cos \lambda} = \cos \tau$; daraus, wie I. b. 25,
aus $\delta\lambda\tau$: $\operatorname{tg} e_1 e_2, \operatorname{tg} e_2 e_1$.

II. Ein im Allgemeinen zweideutiges (unter Umständen eindeutig werdendes) Resultat geben folgende Combinationen und zwar:

a. unter Verwerthung von zwei sphärischen Dreiecken, deren 4:

45. $\varepsilon\sigma\tau$; $\triangle he_4 e_3$: $\cos e_4 e_2$ und $\sin he_4 e_2$; $he_4 e_2 < 90^\circ$ und $= ge_4 e_1$;
 $\triangle ge_4 e_1$: $\sin e_4 e_1$. Ob $e_4 e_1 < \text{oder} > 90^\circ$ zu nehmen, bleibt
zweideutig, wenn nicht $e_4 e_1 > e_4 e_2$ den Ausschlag giebt.
64. $(\delta + \varepsilon)\sigma\tau$; $\triangle ge_4 e_1$: $\cos e_4 e_1$ und $\sin ge_4 e_1$; $ge_4 e_1 < 90^\circ$ und $= he_4 e_2$;
 $\triangle he_4 e_2$: $\sin e_4 e_2$. Ob $e_4 e_2 < \text{oder} > 90^\circ$ zu nehmen, bleibt
zweideutig, wenn nicht $e_4 e_1 > e_4 e_2$ den Ausschlag giebt.
74. $\zeta\sigma\tau$; $\triangle ge_3 e_1$: $\cos e_3 e_1$ und $\sin ge_3 e_1$; $ge_3 e_1 < 90^\circ$ und $= he_3 e_2$;
 $\triangle he_2 e_3$: $\sin e_2 e_3$. Ob $e_2 e_3 < \text{oder} > 90^\circ$ zu nehmen, bleibt
zweideutig, wenn nicht $e_2 e_3 + e_3 e_1 < 180^\circ$ den Ausschlag giebt.
80. $\eta\sigma\tau$; $\triangle he_2 e_3$: $\cos e_2 e_3$ und $\sin he_2 e_3$; $he_2 e_3 < 90^\circ$ und $= ge_3 e_1$;
 $\triangle ge_3 e_1$: $\sin e_3 e_1$. Ob $e_3 e_1 < \text{oder} > 90^\circ$ zu nehmen, bleibt
zweideutig, wenn nicht $e_2 e_3 + e_3 e_1 < 180^\circ$ den Ausschlag giebt.

b. unter Verwerthung von drei sphärischen Dreiecken, deren 12:

11. $\delta\zeta\sigma$; $\triangle ge_3 e_1$: $\cos e_3 e_1, \sin ge_3 e_1$; $ge_3 e_1 < 90^\circ = 90^\circ - \frac{1}{2} ge_3 h$; $\triangle ghe_3$
giebt aus $\delta, \zeta, ge_3 h$: $\sin ghe_3$ und $\operatorname{tg} \frac{1}{2} he_3$ eindeutig, wenn
 δ näher an 90° ist, als ζ ; $\triangle he_2 e_3$: $\operatorname{tg} e_2 e_3$.
16. $\delta\eta\tau$; $\triangle he_2 e_3$: $\cos e_2 e_3, \sin he_2 e_3$; $he_2 e_3 < 90^\circ = 90^\circ - \frac{1}{2} ge_3 h$; $\triangle ghe_3$
giebt aus $\delta, \eta, ge_3 h$: $\sin hge_3$ und $\operatorname{tg} \frac{1}{2} ge_3$ eindeutig, wenn
 δ näher an 90° ist als η ; $\triangle ge_3 e_1$: $\operatorname{tg} e_3 e_1$.
23. $\delta\kappa\tau$; $\triangle he_2 e_1$: $\cos e_2 e_1, \sin he_2 e_1$; $he_2 e_1 < 90^\circ = 90^\circ - he_1 g$; $\triangle ghe_1$
giebt aus $\kappa, \delta, he_1 g$: $\sin hge_1 = \sin e_4 ge_1, \operatorname{tg} \frac{1}{2} ge_1$ eindeutig,
wenn δ näher an 90° liegt als κ ; $\triangle ge_4 e_1$: $\operatorname{tg} e_4 e_1$.

24. $\delta\lambda\sigma$; $\triangle ge_2e_1 : \cos e_2e_1, \sin ge_2e_1; ge_2e_1 < 90^\circ = 90^\circ - ge_2h$; $\triangle ghe_2$ giebt aus $\delta, \lambda, ge_2h : \sin ghe_2 = \sin 180^\circ - e_4he_2, \operatorname{tg} \frac{1}{2}he_2$ eindeutig, wenn δ näher an 90° liegt als λ ; $\triangle he_4e_2 : \operatorname{tg} e_4e_2$.
39. $\varepsilon(\zeta + \eta)\tau$; $\triangle he_4e_2 : \cos e_4e_2, \cos e_4he_2 = \cos(180^\circ - hhg), \sin he_4e_2; he_4e_2 < 90^\circ$; $\triangle gh\bar{h}$ giebt aus $\zeta + \eta, h\bar{h} = 2\tau, hhg : \sin hg\bar{h}, \operatorname{tg} \frac{1}{2}hg$ eindeutig, wenn $(\zeta + \eta)$ näher an 90° ist als 2τ ; $\triangle ge_4e_1 : \operatorname{tg} e_4e_1$.
44. $\varepsilon\lambda\tau$; $\triangle he_4e_1 : \cos e_4e_2, \cos e_4he_2 = \cos(180^\circ - ghe_2), \sin he_4e_2; he_4e_2 < 90^\circ$; $\triangle ghe_2$ giebt aus $\tau, \lambda, ghe_1 : \sin hge_2$ und $\operatorname{tg} \frac{1}{2}hg$ eindeutig, wenn λ näher an 90° als τ ist; $\triangle ge_4e_1 : \operatorname{tg} e_4e_1$.
57. $(\delta + \varepsilon)(\zeta + \eta)\sigma$; $\triangle ge_4e_1 : \cos e_4e_1, \sin ge_4e_1; ge_4e_1 < 90^\circ = \frac{1}{2}ge_4\bar{h}$; $\triangle g\bar{h}e_4$ giebt aus $(\delta + \varepsilon), (\zeta + \eta), ge_4h : \sin g\bar{h}e_4$ und $\operatorname{tg} \frac{1}{2}\bar{h}e_4$ eindeutig, wenn $(\zeta + \eta)$ näher an 90° ist als $(\delta + \varepsilon)$; auch ist $\bar{h}e_4 = \varepsilon$ und $< (\delta + \varepsilon)$; $\triangle \bar{h}e_4e_2 : \operatorname{tg} e_4e_2$.
60. $(\delta + \varepsilon)\varkappa\sigma$; $\triangle ge_4e_1 : \cos e_4e_1, \cos e_4ge_1, \sin ge_4e_1; ge_4e_1 < 90^\circ$; $\triangle ghe_1$ giebt aus $\varkappa, \sigma, hge_1 = e_4ge_1 : \sin e_1hg$ und $\operatorname{tg} \frac{1}{2}gh$ eindeutig, wenn \varkappa näher an 90° als σ ; auch ist $gh = \delta$ und $< (\delta + \varepsilon)$; $\triangle he_4e_1$ giebt aus $he_4e_1 = ge_4e_1$ und $he_4 = (\delta + \varepsilon) - gh : \operatorname{tg} e_4e_2$.
70. $\zeta\varkappa\sigma$; $\triangle ge_3e_1 : \cos e_3e_1, \cos e_1ge_3, \sin ge_3e_1; ge_3e_1 < 90^\circ = he_3e_2$; $\triangle g\bar{h}e_1$ giebt aus $\sigma, e_1\bar{h} = \varkappa, e_1g\bar{h} = e_1ge_3 : \sin e_1hg$ und $\operatorname{tg} \frac{1}{2}g\bar{h}$ eindeutig, wenn ζ näher an 90° als σ ; auch ist $g\bar{h} = (\zeta + \eta)$ und $> \zeta$; $\triangle he_3e_2$ giebt aus $he_3 = g\bar{h} - \zeta; he_3e_2 : \operatorname{tg} e_3e_2$.
79. $\eta\lambda\tau$; $\triangle he_2e_3 : \cos e_3e_2, \cos e_2he_3 = \cos e_2\bar{h}e_3, \sin he_3e_2; he_3e_2 < 90^\circ = ge_3e_1$, $\triangle ge_2\bar{h}$ giebt aus $\tau, \lambda, e_2hg = e_2\bar{h}e_3 : \sin e_2g\bar{h}$ und $\operatorname{tg} \frac{1}{2}g\bar{h}$ eindeutig, wenn λ näher an 90° als τ ist; auch ist $g\bar{h} = (\zeta + \eta)$ und $> \eta$; $\triangle ge_3e_1$ giebt aus $ge_3e_1, ge_3 = g\bar{h} - \eta : \operatorname{tg} e_4e_1$.
83. $(\zeta + \eta)\varkappa\tau$; $\triangle he_2e_1 : \cos e_2e_1, \sin he_1e_2; he_1e_2 < 90^\circ = he_1\bar{g} - 90^\circ$; $\triangle h\bar{g}e_1$ giebt aus $(\zeta + \eta), \varkappa, he_1\bar{g} : \sin h\bar{g}e_1 = \sin e_3\bar{g}e_1$ und $\operatorname{tg} \frac{1}{2}e_1\bar{g}$ eindeutig, wenn $(\zeta + \eta)$ näher an 90° als \varkappa ; auch ist $e_1\bar{g} < 90^\circ$; $\triangle \bar{g}e_3e_1 : \operatorname{tg} e_3e_1$.
84. $(\zeta + \eta)\lambda\sigma$; $\triangle ge_2e_1 : \cos e_2e_1, \sin ge_2e_1; ge_2e_1 < 90^\circ = he_2\bar{g} - 90^\circ$; $\triangle he_2\bar{g}$ giebt aus $(\zeta + \eta), \lambda, he_2\bar{g} : \sin e_2h\bar{g}$ und $\operatorname{tg} \frac{1}{2}he_2$ eindeutig, wenn $(\zeta + \eta)$ näher an 90° als λ ; auch wird $he_2 = \tau, < 90^\circ$; $\triangle he_3e_2 : \operatorname{tg} e_2e_3$.

c. unter Einführung des Sinus eines vierten Bogens; deren 4:

Die Deutung des letzteren ist limitirt, wenn der Umstand $\varepsilon < (\delta + \varepsilon)$ und $\cos \delta \cdot \cos(\zeta + \eta) > 0$, letzteres nach (q) bis (t) unter Bezug-

nahme auf die Voraussetzung dass $(\varepsilon + \delta)$ und $(\zeta + \eta) < 180^\circ$, den Ausschlag giebt.

1. $\delta\varepsilon\zeta$; nach (h) : $\sin \eta = \frac{\sin \zeta \sin \varepsilon}{\sin (\delta + \varepsilon)}$; sodann, wie I. b. 8. aus
 $\delta\zeta\eta$: $\operatorname{tg} e_2 e_3$, $\operatorname{tg} e_3 e_1$.
2. $\delta\varepsilon\eta$; nach (h) : $\sin \zeta = \frac{\sin (\delta + \varepsilon) \sin \eta}{\sin \varepsilon}$; sodann, wie I. b. 8. aus
 $\delta\zeta\eta$: $\operatorname{tg} e_2 e_3$, $\operatorname{tg} e_3 e_1$.
27. $\varepsilon\zeta\eta$; nach (h) : $\sin (\delta + \varepsilon) = \frac{\sin \zeta \sin \varepsilon}{\sin \eta}$; sodann, wie I. b. 8. aus
 $\delta\zeta\eta$: $\operatorname{tg} e_2 e_3$, $\operatorname{tg} e_3 e_1$.
46. $(\delta + \varepsilon)\zeta\eta$; nach (h) : $\sin \varepsilon = \frac{\sin (\delta + \varepsilon) \sin \eta}{\sin \zeta}$; sodann, wie I. b. 8.
 aus $\delta\zeta\eta$: $\operatorname{tg} e_2 e_3$, $\operatorname{tg} e_3 e_1$.

d. unter Einführung des Cosinus von σ oder τ mittelst einer quadratischen Gleichung, deren 4:

4. $\delta\varepsilon\kappa$; nach (n) : $\cos \delta = \cos \kappa \cos \sigma + \frac{\sin^2 \sigma \sin \varepsilon}{\sin (\delta + \varepsilon)}$, daraus

$$\cos \sigma = \frac{\sin (\delta + \varepsilon) \cos \kappa}{2 \sin \varepsilon} \pm \sqrt{\frac{\sin^2 (\delta + \varepsilon) \cos^2 \kappa}{4 \sin^2 \varepsilon} + 1 - \frac{\cos \delta \sin (\delta + \varepsilon)}{\sin \varepsilon}},$$
 sodann, wie I. a. 6. aus $\delta\varepsilon\sigma$: $\cos e_4 e_1$, $\operatorname{tg} e_4 e_2$; eindeutig, wenn $\kappa > 90^\circ$ ist, insofern $\sigma < 90^\circ$ werden soll.
5. $\delta\varepsilon\lambda$; nach (m) : $\cos \delta = \cos \lambda \cos \tau + \frac{\sin^2 \tau \sin (\delta + \varepsilon)}{\sin \varepsilon}$; daraus

$$\cos \tau = \frac{\sin \varepsilon \cos \lambda}{2 \sin (\delta + \varepsilon)} \pm \sqrt{\frac{\sin^2 \varepsilon \cos^2 \lambda}{4 \sin^2 (\delta + \varepsilon)} + 1 - \frac{\cos \delta \sin \varepsilon}{\sin (\delta + \varepsilon)}},$$
 sodann wie I. a. 7. aus $\delta\varepsilon\tau$: $\cos e_4 e_2$, $\operatorname{tg} e_4 e_1$; eindeutig, wenn $\lambda > 90^\circ$, insofern $\tau < 90^\circ$ werden muss.
65. $\zeta\eta\kappa$; nach (p) : $\cos (\zeta + \eta) = \cos \kappa \cos \sigma - \frac{\sin^2 \sigma \sin \eta}{\sin \zeta}$; daraus

$$\cos \sigma = -\frac{\sin \zeta \cos \kappa}{2 \sin \eta} \pm \sqrt{\frac{\sin^2 \zeta \cos^2 \kappa}{4 \sin^2 \eta} + 1 + \frac{\cos (\zeta + \eta) \sin \zeta}{\sin \eta}},$$
 sodann wie I. a. 67. aus $\zeta\eta\sigma$: $\cos e_3 e_1$, $\operatorname{tg} e_2 e_3$; eindeutig, wenn $\kappa < 90^\circ$, insofern $\sigma < 90^\circ$ werden muss.
66. $\zeta\eta\lambda$; nach (o) : $\cos (\zeta + \eta) = \cos \lambda \cos \tau - \frac{\sin^2 \tau \sin \zeta}{\sin \eta}$; daraus

$$\cos \tau = -\frac{\sin \eta \cos \lambda}{2 \sin \zeta} \pm \sqrt{\frac{\sin^2 \eta \cos^2 \lambda}{4 \sin^2 \zeta} + 1 + \frac{\cos (\zeta + \eta) \sin \eta}{\sin \zeta}},$$

sodann wie I. a. 68. aus $\zeta\eta\tau: \cos e_2e_3, \operatorname{tg} e_3e_1$; eindeutig, wenn $\lambda < 90^\circ$, insofern $\tau < 90^\circ$ werden muss.

Hiermit schliesst die Reihe der practisch verwertbaren Combinationen; es soll nun noch der Nachweis geliefert werden, dass die noch verbleibenden 40 Combinationen überhaupt Elemente bestimmen, und zwar dadurch, dass der Weg angedeutet wird, aus den gewählten Fundamentalbögen einen vierten, wenn auch mehrdeutig, abzuleiten, der den Complex zur trigonometrischen Behandlung geeignet macht.

Zu diesem Behuf ist zu erwägen, dass unter Verwerthung der Relationen (a) und (b)

$$\begin{aligned} \cos \delta &= \cos(\delta + \varepsilon) \cos \varepsilon + \sin(\delta + \varepsilon) \sin \varepsilon = \\ &= \cos \varepsilon \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \varepsilon \sin^2 \sigma}{\sin^2 \tau}} + \frac{\sin^2 \varepsilon \sin \sigma}{\sin \tau} \dots \dots \dots (u) \end{aligned}$$

$$= \cos(\delta + \varepsilon) \sqrt{1 - \frac{\sin^2(\delta + \varepsilon) \sin^2 \tau}{\sin^2 \sigma}} + \frac{\sin^2(\delta + \varepsilon) \sin \tau}{\sin \sigma} \dots \dots (v)$$

$$\begin{aligned} \cos(\zeta + \eta) &= \cos \zeta \cos \eta - \sin \zeta \sin \eta = \\ &= \cos \eta \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \eta \sin^2 \sigma}{\sin^2 \tau}} - \frac{\sin^2 \eta \sin \sigma}{\sin \tau} \dots \dots \dots (w) \end{aligned}$$

$$= \cos \zeta \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \zeta \sin^2 \tau}{\sin^2 \sigma}} - \frac{\sin^2 \zeta \sin \tau}{\sin \sigma} \dots \dots \dots (x)$$

gesetzt werden kann und dass

$$\operatorname{tg} \sigma = \sin e_4e_1 \operatorname{tg} g e_4e_1 = \sin e_3e_1 \operatorname{tg} g e_3e_1$$

$$\operatorname{tg} \tau = \sin e_4e_2 \operatorname{tg} h e_4e_2 = \sin e_3e_2 \operatorname{tg} h e_3e_2 \text{ und, da}$$

$$g e_4e_1 = h e_4e_1, g e_3e_1 = h e_3e_2, \text{ auch } \frac{\sin e_4e_1}{\sin e_4e_2} = \frac{\sin e_3e_1}{\sin e_3e_2} \text{ ist:}$$

schreibt man den letzten Ausdruck

$$\begin{aligned} \frac{\sin e_4e_1}{\sin(e_4e_1 - e_2e_1)} &= \frac{\sin e_3e_1}{\sin(e_2e_1 - e_3e_1)}, \text{ so ergibt sich:} \\ \cot e_3e_1 + \cot e_4e_1 &= 2 \cot e_2e_1,^1 \dots \dots \dots (y) \end{aligned}$$

schreibt man

$$\begin{aligned} \frac{\sin(e_4e_2 + e_2e_1)}{\sin e_4e_2} &= \frac{\sin(e_2e_1 - e_3e_2)}{\sin e_3e_2}; \\ \cot e_2e_3 - \cot e_4e_2 &= 2 \cot e_2e_1. \dots \dots \dots (z) \end{aligned}$$

Folgende 12 Combinationen führen auf eine biquadratische Gleichung:

12. $\delta\zeta\tau$; man entwickelt aus (s) die biquadratische Wurzel von $\sin \eta$ und nach I. a. 68. aus $\zeta\eta\tau: \cos e_2e_3, \operatorname{tg} e_3e_1$.

¹ Vergl.: ibidem S. 245.

15. $\delta\eta\sigma$; man entwickelt aus (t) die biquadratische Wurzel von $\sin\zeta$ und nach I. a. 67. aus $\zeta\eta\sigma : \cos e_3e_1, \operatorname{tg} e_2e_3$.

21. $\delta\kappa\lambda$; $\sin\sigma$ aus (c), eingetragen in (d), giebt eine biquadratische Wurzel $= \cos\tau$, und folgt, wie I. b. 25., aus $\delta\lambda\tau : \operatorname{tg} e_4e_2, \operatorname{tg} e_2e_1$.

32. $\varepsilon\eta\kappa$; man drückt (z) aus in der Form

$$\frac{\cos\eta}{\sqrt{\cos^2\tau - \cos^2\eta}} - \frac{\cos\varepsilon}{\sqrt{\cos^2\tau - \cos^2\varepsilon}} = \frac{2\cos\kappa}{\sqrt{\cos^2\tau - \cos^2\kappa}},$$

worin die biquadratische Wurzel $= \cos^2\tau$; sodann, wie I. a. 35., aus $\varepsilon\eta\tau : \cos e_4e_2, \cos e_2e_3$.

38. $\varepsilon(\zeta + \eta)\sigma$; man entwickelt aus (r) die Wurzel $= \sin(\delta + \varepsilon)$ und, wie I. a. 6., aus $\delta\varepsilon\sigma : \cos e_4e_1, \operatorname{tg} e_4e_2$.

41. $\varepsilon\kappa\sigma$; aus (n) folgt die Wurzel $= \sin(\delta + \varepsilon)$ und, wie I. a. 6., aus $\delta\varepsilon\sigma : \cos e_4e_1, \operatorname{tg} e_4e_2$.

48. $(\delta + \varepsilon)\zeta\lambda$; man drückt (y) aus in der Form

$$\frac{\cos(\delta + \varepsilon)}{\sqrt{\cos^2\sigma - \cos^2(\delta + \varepsilon)}} + \frac{\cos\zeta}{\sqrt{\cos^2\sigma - \cos^2\zeta}} = \frac{2\cos\lambda}{\sqrt{\cos^2\sigma - \cos^2\lambda}},$$

worin die biquadratische Wurzel $= \cos^2\sigma$, sodann, wie I. a. 72., aus $\zeta\lambda\sigma : \cos e_2e_1, \cos e_3e_1$.

58. $(\delta + \varepsilon)(\zeta + \eta)\tau$; man entwickelt aus (q) die Wurzel $= \sin\varepsilon$, sodann, wie I. a. 7., aus $\delta\varepsilon\tau : \cos e_4e_2, \operatorname{tg} e_4e_1$.

63. $(\delta + \varepsilon)\lambda\tau$; man entwickelt aus (m) die Wurzel $= \sin\varepsilon$, sodann, wie I. a. 7., aus $\delta\varepsilon\tau : \cos e_4e_2, \operatorname{tg} e_4e_1$.

73. $\zeta\lambda\tau$; man entwickelt aus (o) die Wurzel $= \sin\eta$, sodann, wie I. a. 68., aus $\zeta\eta\tau : \cos e_2e_3, \operatorname{tg} e_3e_1$.

76. $\eta\kappa\sigma$; man entwickelt aus (p) die Wurzel $= \sin\zeta$, sodann, wie I. a. 67., aus $\zeta\eta\sigma : \cos e_3e_1, \operatorname{tg} e_2e_3$.

81. $(\zeta + \eta)\kappa\lambda$; man eliminirt nach (c) $\sin\tau$ aus (g) und entwickelt die Wurzel $= \cos\sigma$, sodann, wie I. b. 82., aus $\cos(\zeta + \eta)\kappa\sigma : \operatorname{tg} e_2e_1, \operatorname{tg} e_3e_1$.

Folgende 28 Combinationen führen auf überbiquadratische Gleichungen.

9. $\delta\zeta\kappa$; in (t) wird $\sin\eta$ durch $(\zeta + \eta)$, ζ ausgedrückt um mit Hülfe von (k) $\sin^2\sigma$ eliminirt; die Wurzel $= \cos(\zeta + \eta)$ gäbe nach I. d. 17., aus $\delta(\zeta + \eta)\kappa : \operatorname{tg} e_4e_1, \operatorname{tg} e_2e_1$.

10. $\delta\zeta\lambda$; in (s) wird $\sin\eta$ durch $(\zeta + \eta)$, ζ ausgedrückt und mit Hülfe von (i) $\sin^2\tau$ eliminirt; die Wurzel $= \cos(\zeta + \eta)$ gäbe, nach I. d. 18., aus $\delta(\zeta + \eta)\lambda : \operatorname{tg} e_4e_2, \operatorname{tg} e_2e_1$.

13. $\delta\eta\kappa$; in (t) wird $\sin\zeta$ durch $(\zeta + \eta)$, η ausgedrückt und mit Hülfe von (k) $\sin^2\sigma$ eliminirt; die Wurzel $= \cos(\zeta + \eta)$ gäbe, nach I. d. 17., aus $\delta(\zeta + \eta)\kappa : \operatorname{tg} e_4e_1, \operatorname{tg} e_2e_1$.

14. $\delta\eta\lambda$; in (s) wird $\sin\zeta$ durch $(\zeta + \eta)$, η ausgedrückt und mit Hülfe von (i) $\sin^2\tau$ eliminirt; die Wurzel $= \cos(\zeta + \eta)$ gäbe nach I. d. 18., aus $\delta(\zeta + \eta)\lambda: \operatorname{tg} e_4 e_2, \operatorname{tg} e_2 e_1$.
28. $\varepsilon\zeta\kappa$; in (g) wird $\cos(\zeta + \eta)$ in der Form von (x) ausgedrückt, daraus die quadratische Wurzel $= \sin\tau$ entwickelt; in (e) wird $\cos\delta$ in der Form von (u) ausgedrückt und $\sin\tau, \cos\tau$ eliminirt; die Wurzel $= \sin\sigma$ gäbe, nach II. b. 70., aus $\zeta\kappa\sigma$ zweideutig: $\cos e_3 e_1, \operatorname{tg} e_3 e_2$.
29. $\varepsilon\zeta\lambda$; in (d) wird $\cos\delta$ in der Form von (u) ausgedrückt und die quadratische Wurzel $= \sin\sigma$ entwickelt; in (f) wird $\cos(\zeta + \eta)$ in der Form von (x) ausgedrückt und $\sin\sigma, \cos\sigma$ eliminirt; die Wurzel $= \sin\tau$ gäbe nach II. b. 44., aus $\varepsilon\lambda\tau$ zweideutig: $\cos e_4 e_2, \operatorname{tg} e_4 e_1$.
30. $\varepsilon\zeta\sigma$; in (t) wird $\cos(\zeta + \eta)$ durch ζ, η und $\cos\delta$ in der Form von (u) ausgedrückt; $\sin\tau$ mit Hülfe von (b) eliminirt; die Wurzel $= \sin\eta$ gäbe, nach I. a. 67., aus $\zeta\eta\sigma: \cos e_3 e_1, \operatorname{tg} e_2 e_3$.
31. $\varepsilon\zeta\tau$; in (s) wird $\cos(\zeta + \eta)$ durch ζ, η und $\cos\delta$ in der Form von (u) ausgedrückt, $\sin\sigma$ mit Hülfe von (b) eliminirt; die Wurzel $= \sin\eta$ gäbe, nach I. a. 68., aus $\zeta\eta\tau: \cos e_2 e_3, \operatorname{tg} e_3 e_1$.
33. $\varepsilon\eta\lambda$; in (f) wird $\cos(\zeta + \eta)$ in der Form von (w) ausgedrückt und die quadratische Wurzel $= \sin\sigma$ entwickelt; in (d) wird $\cos\delta$ in der Form von (u) ausgedrückt, $\sin\sigma$ eliminirt; die Wurzel $= \sin\tau$ gäbe, nach I. a. 35., aus $\varepsilon\eta\tau: \cos e_4 e_2, \cos e_2 e_3$.
34. $\varepsilon\eta\sigma$; in (r) wird $\cos\delta$ durch $(\delta + \varepsilon)$, ε , ferner $\cos(\zeta + \eta)$ durch ζ, η ausgedrückt, $\cos\zeta, \sin\zeta$ mit Hülfe von (h) eliminirt; die Wurzel $= \sin(\delta + \varepsilon)$ gäbe, nach I. a. 6., aus $\delta\varepsilon\sigma: \cos e_4 e_1, \operatorname{tg} e_4 e_2$.
36. $\varepsilon(\zeta + \eta)\kappa$; in (g) eliminirt man $\sin\tau$ durch (a) und erhält
$$\sin(\delta + \varepsilon) = \frac{\sin^2\sigma \sin\varepsilon}{\cos\kappa \cdot \cos\sigma - \cos(\zeta + \eta)}$$
; nachdem man in (k) $\cos\delta$ durch $(\delta + \varepsilon)$, ε ausgedrückt und $\cos(\delta + \varepsilon)$ und $\sin(\delta + \varepsilon)$ eliminirt hat, gäbe die Wurzel $= \cos\sigma$ nach I. b. 82., aus $(\zeta + \eta)\kappa\sigma: \operatorname{tg} e_2 e_1, \operatorname{tg} e_3 e_1$.
37. $\varepsilon(\zeta + \eta)\lambda$; in (f) eliminirt man $\sin\sigma$ durch (a) und erhält
$$\sin(\delta + \varepsilon) = \frac{\sin\varepsilon(\cos\lambda \cos\tau) - \cos(\zeta + \eta)}{\sin^2\tau}$$
; in (i) drückt man $\cos\delta$ durch $\cos(\delta + \varepsilon)$, ε aus, eliminirt $\cos(\delta + \varepsilon), \sin(\delta + \varepsilon)$; die Wurzel $= \cos\tau$ gäbe, nach I. b. 85., aus $(\zeta + \eta), \lambda, \tau: \operatorname{tg} e_2 e_1, \operatorname{tg} e_3 e_1$.
40. $\varepsilon\kappa\lambda$; nach (c) ist $\sin\sigma = \sqrt{1 - \frac{\cos^2\lambda \cos^2\tau}{\cos^2\kappa}}$ und daher auch nach (a)
$$\sin(\delta + \varepsilon) = \frac{\sin\varepsilon}{\sin\tau} \sqrt{1 - \frac{\cos^2\lambda \cos^2\tau}{\cos^2\kappa}}$$
; man drückt sodann

in (d) $\cos \delta$ durch $(\delta + \epsilon)$, ϵ aus, eliminirt $\cos(\delta + \epsilon)$, $\sin(\delta + \epsilon)$, $\sin \sigma$; die Wurzel $= \cos \tau$ gäbe, nach I. a. 42, aus $\epsilon \kappa \tau : \cos e_1 e_2, \cos e_2 e_1$.

43. $\epsilon \lambda \sigma$; man drückt in (d) $\cos \delta$ in der Form (u) aus; die Wurzel $= \sin \tau$ gäbe, nach I. b. 90, aus $\lambda \sigma \tau : \cos e_2 e_1, \operatorname{tg} e_4 e_2$.

47. $(\delta + \epsilon) \zeta \kappa$; in (p) wird $\cos(\zeta + \eta)$ durch ζ, η ausgedrückt und $\sin \eta, \cos \eta$ mit Hülfe von $\sin \eta = \frac{\sin \zeta \sin \epsilon}{\sin(\delta + \epsilon)}$ aus (h) elimi-

nirt und die quadratische Wurzel $= \cos \sigma$ entwickelt; in (u) wird $\cos \delta$ durch $(\delta + \epsilon)$, ϵ ausgedrückt, $\cos \sigma$ eliminirt; die Wurzel $= \sin \epsilon$ gäbe; nach II. c. 1, aus $\delta \epsilon \zeta : \operatorname{tg} e_2 e_3, \operatorname{tg} e_3 e_1$.

50. $(\delta + \epsilon) \zeta \tau$; in (l) wird $\cos \delta$ in der Form (v) und $\cos(\zeta + \eta)$ in der Form (x) ausgedrückt; die Wurzel $= \sin \sigma$ gäbe nach II. a. 74, aus $\zeta \sigma \tau : \cos e_3 e_1, \sin e_2 e_3$.

51. $(\delta + \epsilon) \eta \kappa$; in (c) wird $\cos \delta$ in der Form (v) ausgedrückt und die quadratische Wurzel $= \sin \tau$ entwickelt; in (g) wird $\cos(\zeta + \eta)$ in der Form (w) ausgedrückt, $\sin \tau$ eliminirt; die Wurzel $= \sin \sigma$ gäbe, nach II. b. 60, aus $(\delta + \epsilon) \kappa \sigma : \cos e_1 e_4, \operatorname{tg} e_4 e_2$.

52. $(\delta + \epsilon) \eta \lambda$; in (f) wird $\cos(\zeta + \eta)$ in der Form (w) ausgedrückt und die quadratische Wurzel $= \sin \sigma$ entwickelt; in (d) wird $\cos \delta$ in der Form (v) ausgedrückt, $\sin \sigma$ eliminirt; die Wurzel $= \cos \tau$ gäbe, nach II. b. 79, aus $\eta \lambda \tau : \cos e_3 e_2, \operatorname{tg} e_3 e_1$.

53. $(\delta + \epsilon) \eta \sigma$; in (l) wird $\cos \delta$ in der Form (v) und $\cos(\zeta + \eta)$ in der Form (w) ausgedrückt; die Wurzel $= \sin \tau$ gäbe, nach II. a. 80, aus $\eta \sigma \tau : \cos e_2 e_3, \sin e_3 e_1$.

54. $(\delta + \epsilon) \eta \tau$; entwickelt wie 53, gäbe die Wurzel $= \sin \sigma$, nach II. a. 80, aus $\eta \sigma \tau : \cos e_2 e_3, \sin e_3 e_1$.

55. $(\delta + \epsilon)(\zeta + \eta) \kappa$; man drückt in (e) $\cos \delta$ in Form von (v) aus und eliminirt $\sin \tau$ mit Hülfe von $\sin \tau = \frac{\cos \kappa \cos \sigma - \cos(\zeta + \eta)}{\sin \sigma}$

aus (g); die Wurzel $= \sin \sigma$ gäbe, nach I. b. 82., aus $(\zeta + \eta) \kappa \sigma : \operatorname{tg} e_2 e_1, \operatorname{tg} e_3 e_1$.

56. $(\delta + \epsilon)(\zeta + \eta) \lambda$; man drückt in (d) $\cos \delta$ in der Form von (v) aus und eliminirt $\sin \sigma$ mit Hülfe von $\sin \sigma = \frac{\cos \lambda \cos \tau - \cos(\zeta + \eta)}{\sin \tau}$

aus (f); die Wurzel $= \sin \tau$ gäbe, nach I. b. 85., aus $(\zeta + \eta) \lambda \tau : \operatorname{tg} e_2 e_1, \operatorname{tg} e_3 e_1$.

59. $(\delta + \epsilon) \kappa \lambda$; man drückt in (d) $\cos \delta$ in der Form von (v) aus und eliminirt $\sin \sigma$ mit Hülfe von $\cos \sigma = \frac{\cos \lambda \cos \tau}{\cos \kappa}$ nach (e);

die Wurzel $= \sin \tau$ gäbe, nach I. c. 88., aus $\kappa \lambda \tau : \cos e_2 e_1, \operatorname{tg} e_2 e_3$.

61. $(\delta + \varepsilon) \varkappa \tau$; man drückt in (e) $\cos \delta$ in Form von (v) aus; die Wurzel = $\sin \sigma$ gäbe, nach I. b. 89., aus $\varkappa \sigma \tau : \cos e_2 e_1, \operatorname{tg} e_4 e_1$.

69. $\zeta \varkappa \lambda$; man drückt in (g) $\cos(\zeta + \eta)$ in Form von (x) aus und eliminirt $\cos \sigma$; $\sin \sigma$ mit Hülfe von $\cos \sigma = \frac{\cos \lambda \cos \tau}{\cos \varkappa}$ nach (c); die

Wurzel = $\cos \tau$ gäbe, nach I. c. 88., aus $\varkappa \lambda \tau : \cos e_2 e_1, \operatorname{tg} e_2 e_3$.

71. $\zeta \varkappa \tau$; man drückt in (g) $\cos(\zeta + \eta)$ in der Form von (x) aus, die Wurzel = $\sin \sigma$ gäbe, nach I. b. 89., aus $\varkappa \sigma \tau : \cos e_2 e_1, \operatorname{tg} e_4 e_2$.

75. $\eta \varkappa \lambda$; man drückt in (f) $\cos(\zeta + \eta)$ in der Form von (w) aus und eliminirt $\cos \sigma$, $\sin \sigma$ mit Hülfe von $\cos \sigma = \frac{\cos \lambda \cos \tau}{\cos \varkappa}$

nach (c); die Wurzel = $\sin \tau$ gäbe, nach I. a. 77., aus $\eta \varkappa \tau : \cos e_2 e_3, \cos e_2 e_1$.

78. $\eta \lambda \sigma$; man drückt in (f) $\cos(\zeta + \eta)$ in der Form von (w) aus, die Wurzel = $\sin \tau$ gäbe, nach I. b. 90., aus $\lambda \sigma \tau : \cos e_2 e_1, \operatorname{tg} e_4 e_2$.

Neben den hier besonders hervorgehobenen Eliminations-Wegen können in vielen Fällen auch noch andere unter anderweitiger Verwendung der gegebenen Relationen eingeschlagen werden.

Über die Ermittlung der Knotenlänge und Neigung bei Bestimmung der Rotationselemente der Sonne.

Von Prof. G. SPÖRER

in Potsdam.

Aus den Örtern solcher Flecke, die nur in einer Rotationsperiode sichtbar sind, kann man Knotenlänge und Neigung nicht bestimmen, weil die heliographische Breite der Flecke veränderlich ist.

Erscheint ein Fleck in zwei Perioden, so würde er in dem Falle zur Bestimmung von Ω und i vorzüglich geeignet sein, wenn die Örter der zweiten Periode (auf derselben uns zugewandten Seite der Sonne) dieselbe Curve liefern wie in der ersten Periode. Alsdann gehören gleiche heliocentrische (d. h. auf die Ekliptik bezogene) Breiten zu gleichen heliocentrischen Längen. Diese Bedingung ist viel zu selten hinreichend erfüllt. Man beobachtet vielmehr in der zweiten Periode auf derselben uns zugewandten Seite eine andere Curve wie in der ersten Periode. Es fragt sich, ob diese verschiedenen Curven zur Bestimmung von Ω und i benutzt werden können. Ohne Zweifel würde es möglich sein, wenn man aus der Verschiedenheit beider Curven eine Folgerung in Betreff der Änderung der heliographischen Breite mit Sicherheit entnehmen könnte, wenn auch nur in dem Grade, dass man Anhaltspunkte gewönne für die Form einer Function ϕ und für die Wahl eines Winkels \mathcal{S} derselben, so dass man eine solche allgemeine Form $\phi\mathcal{S}$, welche als Ausdruck der eigenen Bewegung der Breite passend wäre, in die Bedingungsgleichungen für Ω und i aufnehmen könnte. Es lässt sich aber nachweisen, dass dies kaum möglich ist, und durch Rechnung kann man sich davon überzeugen, dass schon die Änderung einer solchen allgemeinen Form einen wesentlichen Einfluss auf das Resultat ausübt.

Aus den Beobachtungen kann man für jede der beiden Rotationsperioden im Anschluss an sämtliche Beobachtungen eine Curve der heliocentrischen Breiten β berechnen, so dass für bestimmte heliocentrische Längen λ die zugehörigen β aus dieser Curve zu entnehmen sind. Wären die richtigen Elemente Ω und i bekannt, so würde

man für die Längen λ_1 , λ_2 etc. bis λ_5 , welche etwa in Intervallen von 40° gewählt werden, für beide Perioden die richtigen heliographischen Breiten b_1 bis b_5 und b_6 bis b_{10} berechnen können. Bezeichnet nun b die einem bestimmten Parallel zugehörige constante Breite und $\phi\mathcal{S}$ die Function, welche die Änderung der heliographischen Breite in Bezug auf diesen Parallel ausdrückt, so hätte man:

für die erste Periode $b_1 = b + \phi\mathcal{S}_1$; $b_2 = b + \phi\mathcal{S}_2$; $b_5 = b + \phi\mathcal{S}_5$
 für die zweite Periode $b_6 = b + \phi\mathcal{S}_6$; $b_7 = b + \phi\mathcal{S}_7$; $b_{10} = b + \phi\mathcal{S}_{10}$
 bei den helioc. Längen λ_1 λ_2 λ_5

Die Unterschiede $b_6 - b_1 = a_1$; $b_7 - b_2 = a_2$; $b_{10} - b_5 = a_5$ lassen sich ohne Kenntniss der richtigen Elemente Ω und i aus den Beobachtungen bestimmen. Für genäherte Elemente Ω und i habe ich Tabellen berechnet, aus denen die Unterschiede $b - \beta$ bei verschiedenen λ und β entnommen werden können. Man ersieht aus den Tabellen, dass bei gleichen Längen und bei einer solchen Verschiedenheit der β , wie sie im betreffenden Falle vorkommt, die Unterschiede $b - \beta$ bis auf 0.01 dieselben bleiben. Selbst wenn es vorkäme, dass die heliographische Breite von einer Periode zur anderen um drei Grade sich änderte, würde der Fehler, den man begeht, indem man in beiden Perioden für $b - \beta$ bei gleicher Länge denselben Betrag annimmt, im ungünstigsten Falle nur 0.02 betragen, was immer noch vernachlässigt werden könnte, denn eine Genauigkeit von wenigen Hundertsteln eines Grades lässt sich bei den Beobachtungen kaum verbürgen.

Mit einer bis auf 0.01 gehenden Genauigkeit ist also $a_1 = \beta_6 - \beta_1$ u. s. w. mithin

$$a_1 = \phi\mathcal{S}_6 - \phi\mathcal{S}_1; a_2 = \phi\mathcal{S}_7 - \phi\mathcal{S}_2; \dots a_5 = \phi\mathcal{S}_{10} - \phi\mathcal{S}_5.$$

Wenn es möglich wäre, aus diesen Gleichungen $\phi\mathcal{S}$ zu bestimmen, so würde man den richtigen Gang der heliographischen Breite angeben können, ohne Ω und i zu kennen. Man könnte dann die Örter beider Perioden zuverlässig auf einen bestimmten Parallel reduciren und hätte somit eine Curve, welche die richtigen Werthe für Ω und i ergeben müsste. Man ist zwar in der Wahl der Function ϕ und des Winkels \mathcal{S} nicht ganz unbeschränkt, indem man leicht erkennen kann, welche Formen u. s. w. bei jenen Gleichungen entschieden abzuweisen sind, aber es bleibt allemal noch eine grosse Verschiedenheit der Formen zur Wahl übrig. Für jede gewählte Form kann man nach der Methode der kleinsten Quadrate die Coefficienten bestimmen, und wenn man solche Formen auswählt, die jene Gleichungen genügend darstellen, so erhält man schliesslich doch verschiedene Reductionen auf einen bestimmten Parallel.

Wären die a sämmtlich $= 0$, so wäre die zuerst angegebene Bedingung erfüllt. Solche Fälle, wo es annähernd zutraf, habe ich in den Astron. Nachrichten No. 1347 und No. 1615 angeführt und daraus Elemente abgeleitet. Insbesondere war im zweiten Falle die Anzahl der Örter beträchtlich. Seitdem ist mir kein solcher Fall vorgekommen, bei welchem ich zugleich eine genügende Anzahl der Örter erlangen konnte.

Wären die a sämmtlich einander gleich, oder wenigstens so nahe einander gleich, dass die Abweichungen sich noch in den Grenzen der Beobachtungsfehler halten, so würde man eine der Zeit proportionale Änderung der Breite annehmen können. Mit ziemlicher Annäherung finden sich solche Fälle, namentlich in höheren Breiten. Ich wähle als Beispiel einen solchen Fall, bei welchem die Breitenänderung auffallend stark ist. Von diesem Fleck wurden sechs Örter von 1871 Oct. 15 bis Oct. 25 beobachtet, darauf in der folgenden Periode nur drei Örter von Nov. 13 bis Nov. 19.

Aus den sechs Örtern der ersten Periode folgt:

$$i = 7^{\circ}20 \text{ und } \Omega = 72^{\circ}78$$

ferner für die heliocentrische Breite β die Gleichung

$$\sin \beta + [9.10168] \cdot \cos \beta \cdot \cos (\lambda + 17^{\circ}22) = + 0.40912.$$

Für die helioc. Längen	$\lambda =$	352 ⁷¹	6 ¹²	71 ⁸⁴
aus der Formel berechnet	$\beta = +$	16.86	+ 17.35	+ 24.02
in Periode II beobachtet	$\beta = +$	18.83	+ 19.25	+ 26.14
Unterschiede		+ 1.97	+ 1.90	+ 2.12

Die Abweichungen vom Mittelwerthe $+ 2.00$ können als Beobachtungsfehler gelten. Ich setze nun $\sin b$ der Zeit proportional, so folgt aus den beiden Perioden

$$(1871) \quad i = 7^{\circ}04 \pm 0^{\circ}05; \Omega = 75^{\circ}43 \pm 0^{\circ}45$$

und für die heliographische Breite:

$$\sin b = + 0.4168 + 0.00122 t,$$

wo t in Tagen von Oct. 29.1587 gezählt ist.

Dann ist

für Oct. 15 die heliographische Breite	$= + 23^{\circ}58$
für Nov. 19 " " "	$= + 26.28$

Die speciellen Daten sind in der Tafel I angegeben.

Für die Wahl der Function ϕS ergeben sich engere Grenzen, wenn eins der a gleich Null wird. Besonders wichtig ist aber der Fall, wenn ein Fleck in drei Perioden erschienen ist und einmal für

die erste und zweite Periode, darauf nochmals für die zweite und dritte Periode der Fall $\alpha = 0$ eintritt d. h. zu gleichen helioc. Längen gleiche helioc. Breiten gehören. Der im Jahre 1867 beobachtete und in vier Rotationsperioden erschienene Fleck erfüllte die Bedingung. Ich untersuchte diesen Fleck in einem am 7. Mai 1868 der Königl. Akademie vorgelegten Aufsatz in Bezug auf Refraction der Sonnenatmosphäre oder Tiefenparallaxe. In jenem Aufsätze sind die Flecken-Örter angegeben; auch Zeichnungen der Flecke beigelegt, aber es fehlen die heliocentrischen λ und β , welche zu der jetzt ausgeführten Rechnung gebraucht werden (s. Tafel II).

Die erste Periode

für Sept. 10 bis Sept. 20 allein behandelt liefert $i = 65.81$ u. $\Omega = 71^{\circ}10$

die zweite Periode

für Oct. 6 bis Oct. 18 allein behandelt liefert $\alpha = 6.90$ u. $\alpha = 76.06$

die dritte Periode

für Nov. 3 bis Nov. 14 allein behandelt liefert $\alpha = 7.30$ u. $\alpha = 76.71$

Das arithmetische Mittel der drei Bestimmungen ist $i = 7^{\circ}0$ und $\Omega = 74^{\circ}6$, was zufällig mit meiner angenommenen Bestimmung $i = 6^{\circ}97$ und $\Omega = 74^{\circ}607$ (für 1867) fast ganz übereinstimmt.

Die erste Periode ergibt

$$I \quad \sin \beta + \cos \beta \cdot [9.07718] \cdot \cos (\lambda + 18^{\circ}90) = + 0.16014;$$

die zweite Periode ergibt

$$II \quad \sin \beta + \cos \beta \cdot [9.08028] \cdot \cos (\lambda + 13^{\circ}94) = + 0.15431;$$

die dritte Periode ergibt

$$III \quad \sin \beta + \cos \beta \cdot [9.10766] \cdot \cos (\lambda + 13^{\circ}29) = + 0.14879.$$

Werden nach diesen Formeln die β berechnet und mit den beobachteten verglichen, so folgt der mittlere Fehler bei β

für die erste Periode $= \pm 0^{\circ}08$; für die zweite $= \pm 0^{\circ}12$;

für die dritte $= \pm 0^{\circ}09$.

Für die Bedingung, dass zu gleichen heliocentrischen Längen gleiche heliocentrische Breiten gehören, folgt

aus I und II:

A am Anfang der ersten Periode $\beta = + 3^{\circ}68$ $\lambda = 304^{\circ}6$

B " " " zweiten " " " " $360^{\circ} + 304.6$

aus II und III:

C nach dem Ende der zweiten Periode $\beta = + 14^{\circ}55$ $\lambda = 720^{\circ} + 132.4$

D " " " " dritten " " " " $1080^{\circ} + 132.4$

Aus der Berechnung mit den genäherten Elementen ist bekannt, dass zwischen A und B gegen Ende der ersten Periode ein Maximum

der heliographischen Breite liegt, ferner dass zwischen C und D gegen den Anfang der dritten Periode ein Minimum derselben liegt. Unter der Annahme eines genügend regelmässigen Ganges, welcher gestattet für die Function $\phi\mathfrak{S}$ einfach einen Sinus zu nehmen, müssen Maximum und Minimum in die Mitte von AB und CD verlegt werden, also Maximum der heliographischen Breite bei $\lambda = 360^\circ + 124.6 = 484.6$
 Minimum " " " " $\lambda = 720 + 312.4 = 1032.4$
 demnach ist zu setzen $\mathfrak{S} = 180^\circ$ für $\lambda = 547.8$
 und \mathfrak{S} zu zählen von dem Punkte $\lambda = 758.5$.

$$\text{Alsdann ist } x \cdot \phi\mathfrak{S} = x \cdot \sin \frac{180}{547.8} (\lambda - 758.5)$$

Wird nun bei Vereinigung der drei Perioden dieser Ausdruck als Correction für $\sin b$ den Bedingungsgleichungen hinzugefügt, so ergibt sich

$$i = 7^\circ 026 \pm 0^\circ 035; \Omega = 74^\circ 00 \pm 0^\circ 25. \quad (1867)$$

Die Vergleichung der berechneten β mit den beobachteten liefert für die Vereinigung der drei Perioden den mittleren Fehler = ± 0.113 , statt des Gesamtwertes ± 0.095 bei der getrennten Behandlung der drei Perioden. Von besonderem Interesse ist, dass jener Ausdruck $x \cdot \phi\mathfrak{S}$ oder $-0.0134 \cos i \sin \mathfrak{S}$ für eigene Bewegung der Breite auch genügt, um anschliessend an die drei Perioden ebenfalls die Örter der vierten Periode hinreichend darzustellen.

Tafel I.

1871	λ	β	ber. β	R—B	* ber. β	R—B		b
Oct. 15.454	314.09	+ 17.62	+ 17.57	- 0.05	+ 17.61	- 0.01	+ 0.41681 + 0.001226 · t	+ 23.58
16.492	327.28	+ 17.01	+ 17.02	+ 0.01	+ 16.99	- 0.02		+ 23.66
18.553	354.39	+ 16.86	+ 16.90	+ 0.04	+ 16.87	+ 0.01		+ 23.82
21.465	32.85	+ 19.42	+ 19.41	- 0.01	+ 19.37	- 0.05		+ 24.04
24.481	73.49	+ 24.20	+ 24.23	+ 0.03	+ 24.23	+ 0.03		+ 24.27
25.580	88.62	+ 26.11	+ 26.10	- 0.01	+ 26.16	+ 0.05		+ 24.36
Nov. 13.439	352.71	+ 18.83	.....	.....	+ 18.83	0.00	+ 0.41681 + 0.001226 · t	+ 25.82
14.482	6.12	+ 19.25	.....	.....	+ 19.33	+ 0.08	||	+ 25.90
19.482	71.84	+ 26.14	.....	.....	+ 26.05	- 0.09	sin b	+ 26.28

Für die erste Periode:

$$\sin \beta + [9.10168] \cdot \cos \beta \cdot \cos (\lambda + 17^\circ 22) = + 0.40912$$

* Für beide Perioden:

$$\sin \beta + [9.09181] \cdot \cos \beta \cdot \cos (\lambda + 14^\circ 57) = + 0.41998 + 0.0012298 \cdot t$$

Tafel II.

1867	λ	β	ber. β	R — B	ber. β	R — B
<div> <div>Sept. 10.495</div> <div>11.603</div> <div>12.487</div> <div>13.461</div> <div>14.625</div> <div>15.476</div> <div>17.468</div> <div>18.513</div> <div>18.644</div> <div>19.492</div> <div>20.453</div> </div> <div> <div>288° 19</div> <div>303. 70</div> <div>315. 53</div> <div>328. 83</div> <div>344. 70</div> <div>355. 76</div> <div>22. 73</div> <div>37. 14</div> <div>38. 85</div> <div>50. 36</div> <div>63. 93</div> </div> <div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> </div> <div> <div>5° 04</div> <div>3. 81</div> <div>3. 01</div> <div>2. 48</div> <div>2. 34</div> <div>2. 65</div> <div>4. 02</div> <div>5. 32</div> <div>5. 44</div> <div>6. 91</div> <div>8. 36</div> </div>						
<div> <div>Formel I</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> </div> <div> <div>5° 07</div> <div>3. 75</div> <div>3. 01</div> <div>2. 49</div> <div>2. 35</div> <div>2. 56</div> <div>4. 08</div> <div>5. 38</div> <div>5. 55</div> <div>6. 78</div> <div>8. 36</div> </div> <div> <div>+</div> <div>—</div> <div>0. 00</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>—</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>—</div> <div>0. 00</div> </div> <div> <div>0° 03</div> <div>0. 06</div> <div>0. 00</div> <div>0. 01</div> <div>0. 01</div> <div>0. 09</div> <div>0. 06</div> <div>0. 06</div> <div>0. 11</div> <div>0. 13</div> <div>0. 00</div> </div>						
<div> <div>Formel IV</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> </div> <div> <div>5° 19</div> <div>3. 83</div> <div>3. 05</div> <div>2. 49</div> <div>2. 30</div> <div>2. 48</div> <div>3. 96</div> <div>5. 28</div> <div>5. 46</div> <div>6. 74</div> <div>8. 34</div> </div> <div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> </div> <div> <div>0° 14</div> <div>0. 02</div> <div>0. 04</div> <div>0. 01</div> <div>— 0. 04</div> <div>— 0. 17</div> <div>— 0. 06</div> <div>— 0. 04</div> <div>0. 02</div> <div>— 0. 19</div> <div>— 0. 02</div> </div>						
<div> <div>Oct. 6.489</div> <div>8.413</div> <div>9.454</div> <div>10.488</div> <div>13.408</div> <div>14.493</div> <div>15.549</div> <div>16.498</div> <div>17.493</div> <div>18.513</div> </div> <div> <div>293. 99</div> <div>320. 24</div> <div>334. 71</div> <div>348. 99</div> <div>29. 22</div> <div>44. 41</div> <div>58. 83</div> <div>72. 53</div> <div>86. 31</div> <div>100. 63</div> </div> <div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> </div> <div> <div>4. 75</div> <div>2. 55</div> <div>2. 09</div> <div>1. 85</div> <div>3. 91</div> <div>5. 16</div> <div>7. 03</div> <div>8. 47</div> <div>10. 06</div> <div>11. 64</div> </div>						
<div> <div>Formel II</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> </div> <div> <div>4. 63</div> <div>2. 65</div> <div>2. 09</div> <div>1. 96</div> <div>3. 83</div> <div>5. 24</div> <div>6. 83</div> <div>8. 45</div> <div>10. 11</div> <div>11. 73</div> </div> <div> <div>—</div> <div>+</div> <div>0. 00</div> <div>+</div> <div>—</div> <div>+</div> <div>—</div> <div>—</div> <div>+</div> <div>+</div> </div> <div> <div>0. 12</div> <div>0. 10</div> <div>0. 00</div> <div>0. 11</div> <div>0. 08</div> <div>0. 08</div> <div>0. 20</div> <div>0. 02</div> <div>0. 05</div> <div>0. 09</div> </div>						
<div> <div>Formel III</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> </div> <div> <div>1. 49</div> <div>2. 01</div> <div>4. 21</div> <div>5. 56</div> <div>5. 96</div> <div>7. 56</div> <div>10. 91</div> <div>12. 65</div> <div>14. 10</div> </div> <div> <div>—</div> <div>+</div> <div>—</div> <div>0. 00</div> <div>—</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>—</div> <div>—</div> </div> <div> <div>0. 02</div> <div>0. 09</div> <div>0. 07</div> <div>0. 00</div> <div>0. 12</div> <div>0. 09</div> <div>0. 08</div> <div>0. 03</div> <div>0. 02</div> </div>						
<div> <div>Nov. 3.432</div> <div>6.583</div> <div>8.475</div> <div>9.363</div> <div>9.596</div> <div>10.500</div> <div>12.383</div> <div>13.488</div> <div>14.565</div> </div> <div> <div>330. 21</div> <div>14. 08</div> <div>40. 52</div> <div>52. 74</div> <div>56. 05</div> <div>68. 96</div> <div>95. 50</div> <div>110. 87</div> <div>126. 41</div> </div> <div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> </div> <div> <div>1. 51</div> <div>1. 92</div> <div>4. 28</div> <div>5. 56</div> <div>6. 08</div> <div>7. 47</div> <div>10. 83</div> <div>12. 68</div> <div>14. 12</div> </div>						
<div> <div>Formel IV</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> </div> <div> <div>1. 20</div> <div>1. 98</div> <div>4. 26</div> <div>5. 62</div> <div>6. 02</div> <div>7. 62</div> <div>10. 90</div> <div>12. 58</div> <div>13. 96</div> </div> <div> <div>—</div> <div>+</div> <div>—</div> <div>+</div> <div>—</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>—</div> <div>—</div> </div> <div> <div>0. 29</div> <div>0. 06</div> <div>0. 02</div> <div>0. 06</div> <div>0. 05</div> <div>0. 15</div> <div>0. 07</div> <div>0. 10</div> <div>0. 16</div> </div>						
<div> <div>Dec. 4.451</div> <div>8.476</div> <div>11.466</div> </div> <div> <div>48. 32</div> <div>106. 01</div> <div>148. 76</div> </div> <div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> </div> <div> <div>6. 14</div> <div>13. 01</div> <div>16. 50</div> </div>						
<div> <div>.....</div> <div>.....</div> <div>.....</div> </div> <div> <div>6. 4</div> <div>13. 3</div> <div>16. 3</div> </div> <div> <div>+</div> <div>+</div> <div>—</div> </div> <div> <div>0. 3</div> <div>0. 2</div> <div>0. 2</div> </div>						

Formel IV für die drei Perioden zusammen:

$$\sin \beta + \cos \beta \cdot [9.09078] \cdot \cos (\lambda + 16^\circ 00) = + 0.1538 - 0.0134 \cdot \sin \Delta,$$

$$\text{wo } + 0.1538 = \frac{\sin b}{\cos i} \text{ für } \Delta = 0.$$

Über paralytischen Blödsinn bei Hunden.

VON DR. E. MENDEL

in Berlin.

Die Untersuchungen über die progressive Paralyse der Irren führten mich zu dem Schluss, dass zur Hervorbringung der Krankheit zweierlei nothwendig sei: einmal eine gewisse krankhafte Veränderung der Gefässwände, die den Durchtritt der weissen Blutkörperchen, wie des Blutplasma erleichtert, zweitens eine active Hyperämie in den Gefässen der Hirnrinde, welche jenen Durchtritt in die Hirnsubstanz veranlasst. Die in grösserer Menge ausgetretenen Blutbestandtheile bilden sodann den Ausgangspunkt für die weiteren in der Hirnrinde sich vollziehenden Veränderungen: Wucherung der Gliazellen, Bindegewebe Neubildung, schliesslich Atrophie der nervösen Elemente.

Wenn diese Auffassung eine richtige war, schien kein Grund vorzuliegen, warum man nicht auch bei Thieren nach Herstellung jener Bedingungen progressive Paralyse mit jenen pathologisch-anatomischen Veränderungen in der Hirnrinde sollte erzeugen können. Ja, es liess sich annehmen, dass auch ohne vorhergegangene Erkrankung der Gefässwände dasselbe Resultat erzielt werden würde, wenn nur eine stärkere treibende Kraft für die Hyperämie angewandt wurde, um den grösseren Widerstand normaler Gefässwände aufzuwiegen.

Diese Erwägungen bildeten den Ausgangspunkt von Versuchen, die in dem physiologischen Laboratorium der Königlichen Thierarzneischule an Hunden angestellt wurden. Zur Hervorrufung der activen Hyperämie wurde die Centrifugalkraft benutzt, in ähnlicher Weise, wie dies SALATHÉ (Travaux du Laboratoire de M. MAREY. Année 1877, p. 251) zu anderem Zweck gethan hat.

Hunde, die auf einer Tischplatte so befestigt waren, dass ihr Kopf an der Peripherie des Tisches sich befand, gingen, wenn die Tischplatte in genügend schnelle und lange genug fortgesetzte Rotation

versetzt wurde, während der Drehung zu Grunde (in 25—30 Minuten bei 120—130 Umdrehungen in der Minute. Die Section zeigte hochgradige Hyperämie der Schädelknochen, der Hirnhäute und der grauen Hirnrinde, Blutleere und Ödem der weissen Substanz. Ausserdem fanden sich in den Häuten, wie in der Hirnrinde zahlreiche punktförmige Blutungen, die besonders in der Gegend des *Sulcus cruciatus* ausgeprägt waren.

Wenn man aber die Hunde bei geringerer Geschwindigkeit (100 bis 110 mal in der Minute) nur wenige (4—6) Minuten drehte, so sah man bei Aufhören des Drehens nur die oft beobachteten und beschriebenen Schwindelerscheinungen. Wiederholte man diese Drehungen täglich, und zwar 3—4 mal mit kurzen Pausen, dann sah man gegen den 12.—14. Tag zuerst Verlust des Muskelgefühls einer hinteren Extremität, dem bald dann derselbe Zustand in der anderen folgte. Waren diese Erscheinungen deutlich ausgeprägt, so wurden die Drehungen nicht mehr wiederholt und die Thiere bei guter Fütterung sich selbst überlassen. Im Laufe der nächsten Wochen stellten sich nun ein: Zunahme der Erscheinungen an den hinteren Extremitäten, Auftreten derselben an den vorderen Extremitäten, erschwertes Gehen (Hahnentritt, Lahmsein), schliesslich vollständige Unfähigkeit, sich zu bewegen, Facialisparesen, Paresen der Rumpfmusculatur, der Nackenmusculatur, Veränderungen des Bellens, erschwertes Urinlassen. Gleichzeitig nahm die meist schon in der zweiten Woche deutliche Apathie stetig zu und wurde allmählich zum theilnahmlosen Blödsinn. Das Körpergewicht pflegte dabei sehr rasch zu sinken, während der Appetit ungestört erschien. Der Tod erfolgte unter den Erscheinungen allgemeiner Lähmung.

Vergleicht man das geschilderte Krankheitsbild, das bei Hunden sonst nicht beobachtet wird, mit den beim Menschen vorkommenden Krankheiten, so kann nur die progressive Paralyse der Irren in Frage kommen, mit der es sowohl in Bezug auf den progredienten Verlauf, wie in Bezug auf die Verbindung des Blödsinns mit den allgemein verbreiteten paralytischen Symptomen übereinstimmt.

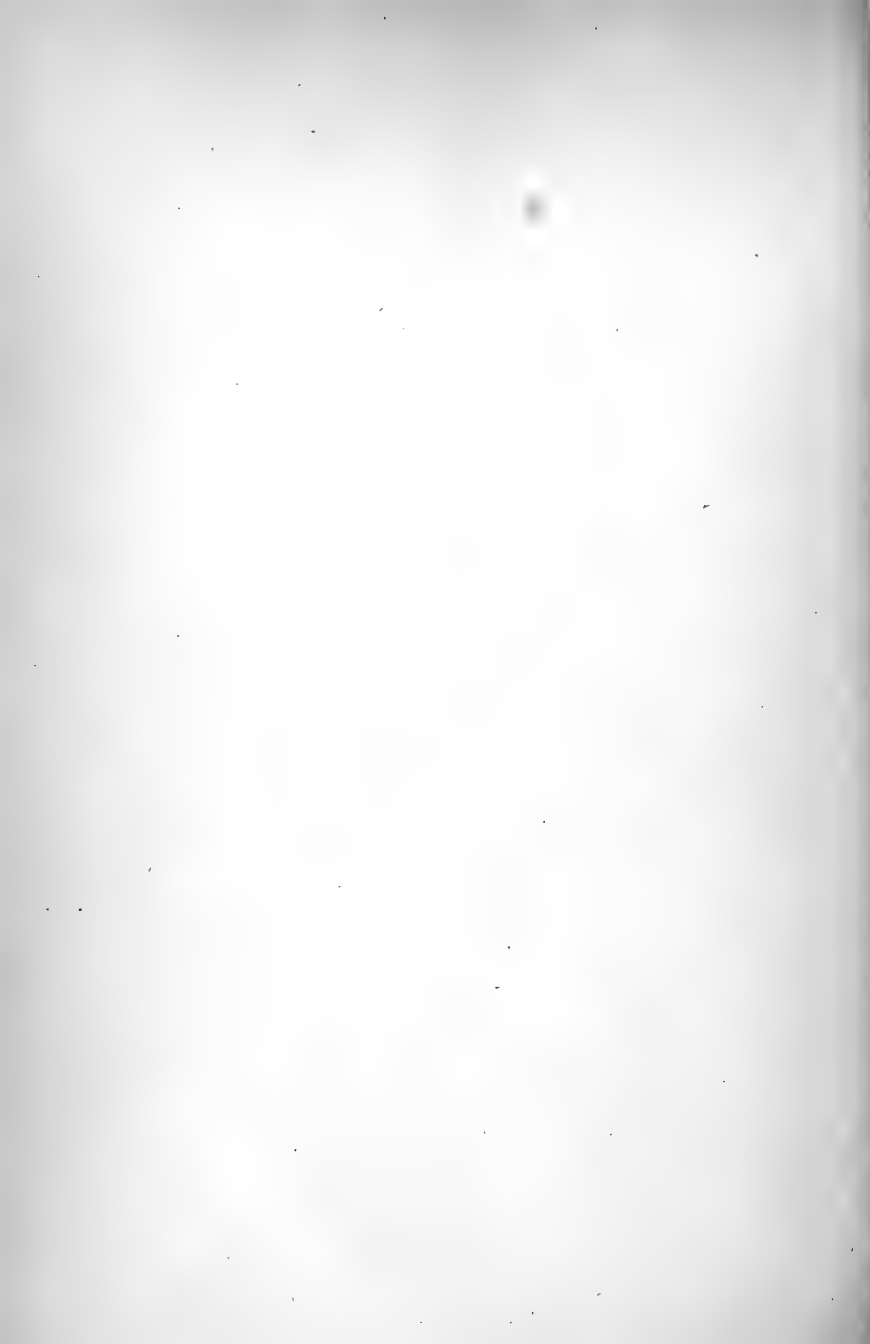
Diese Übereinstimmung wird aber ausserdem gestützt durch die Sectionsresultate.

Dieselben ergaben bisher regelmässig: Verwachsung des Schädels mit der *Dura*, dieser mit der *Pia* und der Hirnrinde im Bereiche des *Sulcus cruciatus*, Trübung der *Pia*, besonders längs der Gefässfurchen, Eingesunkensein der den *Sulcus cruciatus* umgebenden Windungen, wie des *Lobus anterior*, *Hydrocephalus internus*. Mikroskopisch zeigten sich partielle Verwachsungen der Hirnrinde mit der *Pia*, Kernvermehrung, Wucherung der Gliazellen mit Neubildung von Gefässen,

stellenweise Veränderungen der Ganglienzellen. Die hochgradigsten Veränderungen fanden sich in den den *Sulcus cruciatus* und die *Fissura Sylvii* umgebenden Windungen, in ähnlicher Weise wie beim Menschen und entsprechend der Localisation der Symptome. Die übrigen Organe, auch das Rückenmark, boten nichts wesentlich Abnormes.

Dass in der That die active Hyperämie die wesentliche Bedingung für die Erzeugung der Krankheit ist, geht daraus hervor, dass ganz in derselben Weise angestellte Experimente, bei denen aber der Kopf des Hundes in der Mitte der Tischplatte fixirt war, wodurch Hirnanämie beim Drehen hervorgerufen wurde, ohne jedes Resultat blieben.

Ausgegeben am 24. April.



1884.

XXI.

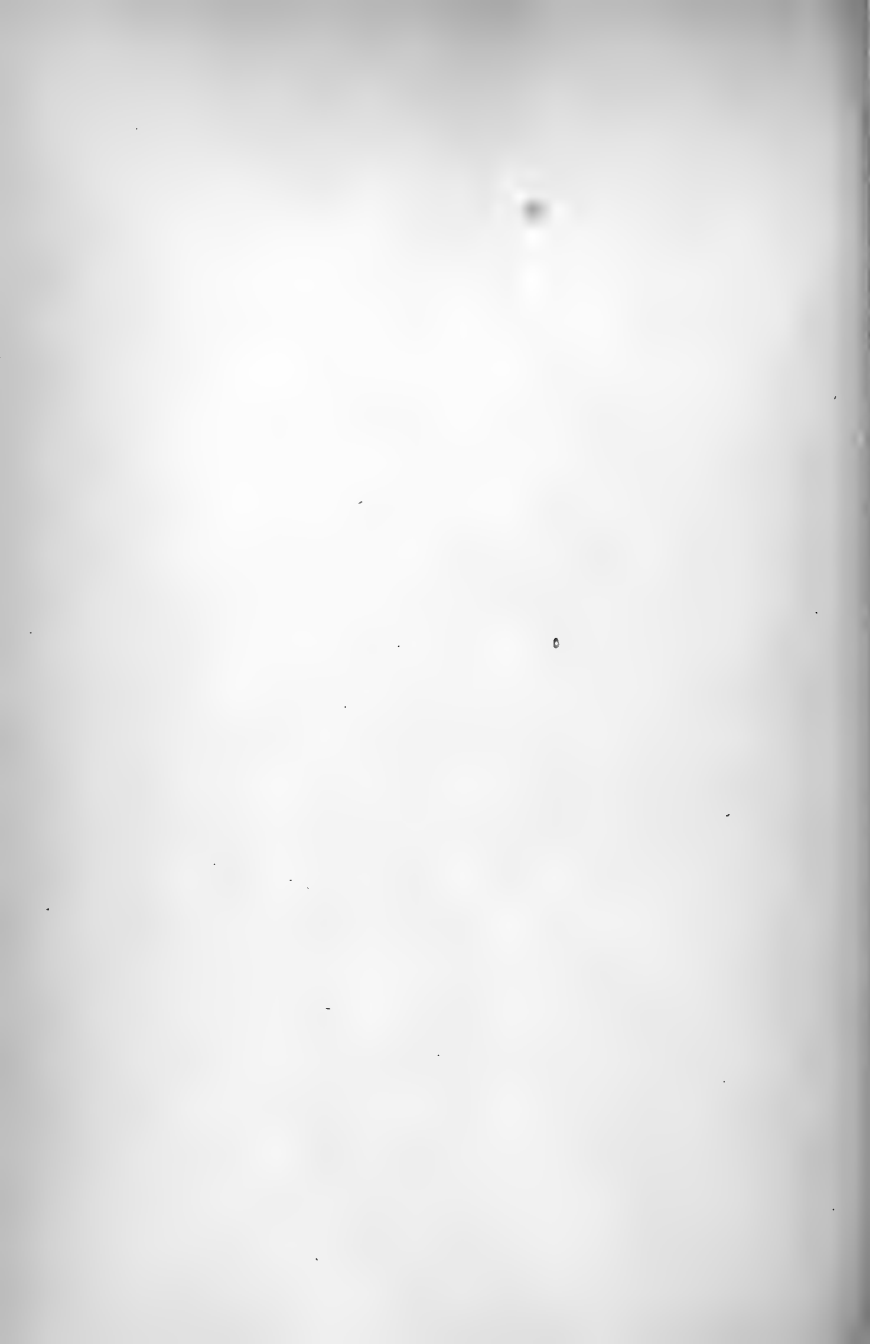
SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

24. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

Hr. KIRCHHOFF las über die von Thukydides benutzten Urkunden.

Die Mittheilung folgt umstehend.



Über die von Thukydides benutzten Urkunden.

Von A. KIRCHHOFF.

VII.—IX.

(Vergl. Sitzungsberichte 1883. S. 829 ff.)

Die drei Urkunden des achten Buches (18. 37. 58) stehen nach Form und Inhalt zu einander in so naher Beziehung, dass sie eine zusammenhängende und durchweg vergleichende Betrachtung verlangen. Um die Übersicht zu erleichtern und durch sie der vergleichenden Besprechung eine gesicherte Grundlage zu verschaffen, ist auf der Beilage der Text aller drei so nebeneinander gestellt vereinigt, dass die Gliederung einer jeden einzelnen und das Verhältniss ihrer Theile zu denen der beiden anderen ohne Schwierigkeit unmittelbar zur Anschauung gelangen kann. Die Überlieferung des Wortlautes in unseren Handschriften ist eine verhältnissmässig gute zu nennen; gröbere Verstösse begegnen fast gar nicht, und wenn Schreibungen und Formen wie *Τισσαφέρην, πράσσειναι, ἔστωσαν, ἤν, ἐπὴν* auffallen können, so ist doch zu bedenken, dass wir es hier zwar mit Concepten in attischem Dialekte, aber doch nicht mit attischen Urkunden und deren herkömmlichen Sprachformen zu thun haben, und nicht wissen, in wie weit individueller Sprachgebrauch sich Abweichungen von der Norm der Urkundensprache erlauben konnte und thatsächlich erlaubt hat. Ich habe deshalb geglaubt, Vorsicht üben und von einer Änderung der bezeichneten Schreibungen Abstand nehmen zu sollen.

Die erste dieser Vertragsurkunden (18) ist das Ergebniss von Verhandlungen, welche nach Thukydides' Angabe unmittelbar nach dem Abfall von Milet (17. *Μιλήσιων εὐθὺς ἀποστάντων*) im Sommer 412 (Ol. 91, 4—92, 1), ungewiss ob zu Milet oder Magnesia, zwischen dem Lakedämonischen Flottencommandanten Chalkideus und dem Satrapen Tissaphernes Statt fanden, nachdem die im vorangegangenen Winter durch einen Agenten des letzteren in Sparta selbst angeknüpften Unterhandlungen zu keinen festen Abmachungen geführt hatten. In der einleitenden Überschrift wird der Vertrag als eine von den Lakedämoniern im Namen ihrer Bundesgenossen mit dem

Grosskönige und seinem Satrapen Tissaphernes abgeschlossene Symmachie charakterisirt, und so bezeichnet ihm denn auch Thukydides unmittelbar vor- und nachher (17. καὶ ἡ πρὸς βασιλέα ξυμμαχία Λακεδαιμονίῳ ἡ πρώτη — διὰ Τισσαφέρνους καὶ Χαλκιδέως ἐγένετο ἥδε und 19. ἡ μὲν ξυμμαχία αὕτη ἐγένετο), während er später aus besonderer Veranlassung mit Bezug auf sie sich der allgemeineren Ausdrücke ξυνδῆκαι und σπονδαί bedient (36. αἱ πρώται ξυνδῆκαι αἱ πρὸς Χαλκιδέας γινόμεναι und 43. τὰς σπονδὰς οὐδετέρας, οὔτε τὰς Χαλκιδέας οὔτε τὰς Θηρμένους). Als Zweck des Bündnisses bezeichnet §. 1 in seinem zweiten Absatz, die Athener daran zu verhindern, aus einem gewissen Bereiche und den innerhalb desselben belegenen (Hellenischen) Städten Geld oder sonstige Kriegsbedürfnisse, wie bisher, zu beziehen. Die Erreichung dieses Zweckes soll mit vereinten Kräften angestrebt werden, weil sie in dem gemeinschaftlichen Interesse beider Contrahenten liegt. Der vorangestellte erste Absatz definirt nun den betreffenden Bereich als 'alles Land und (darin belegenen) Städte, welches der Grosskönig im factischen Besitze hat und die Väter desselben im factischen Besitze hatten', und ist deshalb vorangestellt, weil er neben dieser Definition zugleich die ausdrückliche Anerkennung jenes Besitzstandes durch den anderen Contrahenten, die Lakedämonier, zu constataren bestimmt ist, welche eben der Preis war, um welchen man von Persischer Seite mit den Lakedämoniern gemeinschaftliche Sache zu machen sich herbeilassen wollte, die *conditio sine qua non*, auf welche der Persische Unterhändler bestand und der Lakedämonische nothwendig eingehen musste. Beachtenswerth ist dabei die schwerlich zufällige Zweideutigkeit der gewählten Formulirung, welche, die Unverdorbenheit des überlieferten Wortlautes vorausgesetzt, unentschieden lässt, ob 'alles Land, welches der Grosskönig besitzt, soweit es bereits seine Väter besaßen', gemeint sein solle, oder 'alles Land, welches der Grosskönig besitzt, und dazu noch dasjenige, welches seine Väter besaßen', ja, streng genommen, nur die erstere Auffassung zuzulassen scheint. In der zweiten Vertragsurkunde ist diese Zweideutigkeit durch eine genauere Formulirung im Sinne der anderen Auffassung, wie wir sehen werden, beseitigt worden. Da die möglichste Beschränkung der zu übernehmenden Garantie im Interesse der Lakedämonier liegen musste, während das Persische eine möglichst weite Ausdehnung derselben wenigstens anzustreben gebot, glaube ich in der besagten Zweideutigkeit den sichersten Beweis dafür erkennen zu dürfen, dass der Wortlaut der Urkunde, wie er vorliegt, von einem Hellenen, und nicht von einem Perser conceipirt worden ist.

Das in §. 1 präcisirte Ziel des gemeinschaftlichen Vorgehens ist selbstverständlich nur im Kriege mit Athen zu erreichen. So wird

denn im §. 2 stipulirt, dass dieser unvermeidliche Krieg von den beiden Interessenten gemeinschaftlich geführt und nur nach gemeinsamem Übereinkommen, also nicht durch einseitigen Friedensschluss, von beiden beendigt werden solle.

Diesen beiden Paragraphen, welche inhaltlich zu einander in der nächsten Beziehung stehen und im Grunde genommen eine Einheit bilden, ist ein dritter Schlussparagraph hinzugefügt, dessen unerwarteter und durch die Allgemeinheit und Unbestimmtheit seiner Fassung befremdlicher Inhalt zusammengenommen mit seiner Stellung am Schlusse den überzeugenden Beweis liefert, dass in ihm ein Zugeständniss seine Formulirung gefunden hat, welches nach längerem und sehr erklärlichem Sträuben dem Lakedämonischen Commandanten in der Zwangslage, in welcher er sich augenblicklich befand, das Andrängen von Persischer Seite wider seinen Willen abgenöthigt hat. Die Bestimmungen der vorhergehenden Abschnitte enthalten eine lediglich theoretische Anerkennung der Persischen Souveränität über die Hellenischen Städte eines gewissen Bereiches, verpflichten aber Sparta zu bewaffneter Beihülfe bei Geltendmachung dieser Souveränität von Seiten der Perser nur insofern, als es sich zu diesem Zwecke um Brechung des Widerstandes handelte, der von Athenischer Seite zu erwarten war, also in einer Richtung, welche in seinem eigenen Interesse lag. Die Hellenischen Städte Kleasiens, welche man auf diese Weise ihrem Schicksal überliess, mochten, des Athenischen Schutzes beraubt, aber auch von Athenischer Herrschaft befreit, wenn sie wollten, ihre Unabhängigkeit von Persien mit eigenen Kräften verfechten; Sparta konnte das geschehen lassen und vielleicht bei veränderter Sachlage unter Umständen später zu ihren Gunsten eintreten; mit den Anforderungen der nationalen Pflicht konnte ein solches Verhalten noch immer allenfalls vereinbar erscheinen. Man bequeme sich eben, den zu erwartenden Widerstand der Landsleute in Kleasien gegen Persische Vergewaltigung in der Theorie als *ἀντίστασις* anzuerkennen, übernahm aber keine Verpflichtung, zu seiner Beseitigung beizutragen und dadurch direct ein nationales Interesse zu verletzen. Sicher würde der Lakedämonische Unterhändler über diese Linie des Verhaltens nicht hinausgegangen sein, wäre nicht vom Persischen Satrapen mehr verlangt worden und hätte jener sich in einer Lage befunden, die es ihm ermöglichte, auf Persischen Beistand nöthigenfalls zu verzichten, um ein so schimpfliches Ansinnen zurückweisen zu können. Die Sachen lagen aber so, dass ihm eine Wahl nicht übrig blieb. Von den Schiffen nämlich, welche man in Sparta für die Expedition nach der kleinasiatischen Küste bestimmt hatte, war der starke linke Flügel von den Athenern an der Küste der Peloponnes zurückgehalten worden

und nur dem schwachen, nur aus fünf Galeeren bestehenden rechten unter Chalkideus' Commando war es gelungen, von der Küste Lakoniens aus sein Ziel zu erreichen. Zwar hatte sein Erscheinen den Abfall von Chios, Erythrae, Klazomenae und Teos zur Folge und Chalkideus konnte es wagen, von den Chiern unterstützt, mit 25 Schiffen einen Anschlag auf Milet ins Werk zu setzen. Allein bereits hatte die Vorhut der Athenischen Flotte Samos erreicht und dort, successive bis auf 21 Schiffe verstärkt, Stellung genommen. Zwar gelang es Chalkideus, diese Stellung anfänglich unbemerkt zu passiren und Milet vor den Athenern zu erreichen, welches nun ebenfalls seinen Abfall erklärte; allein die Athener folgten mit neunzehn Schiffen dicht auf und nahmen bei der Insel Lade eine beobachtende Aufstellung, durch welche sie ihren Feinden die Verbindung zur See nach rückwärts und den Rückzug selbst abschnitten. Die durch diese Umstände geschaffene Sachlage lässt es vollständig begreiflich finden, dass der Satrap seine Preisforderung für die von ihm zu leistende Unterstützung steigerte und auf Übernahme einer wirklichen Garantie der formell anerkannten Persischen Hoheitsrechte bestand, und der Lakedämonische Commandant sich herbeilassen musste, um sich einer Unterstützung zu versichern, die im Augenblicke unentbehrlich war, diese Garantie in die Vertragsurkunde in einer Form aufnehmen zu lassen, welche dadurch an Gehässigkeit nichts verlor, dass der von Sparta übernommenen Verpflichtung gegenüber die entsprechende Gegenleistung von Seiten des Grosskönigs ausdrücklich stipulirt wurde, zumal da diese Stipulation für Sparta praktisch ohne jeden Werth und darum lediglich formaler Bedeutung war, kaum geeignet die Thatsache auch nur äusserlich zu verschleiern, dass es sich um eine Concession handelt, zu der man sich nur unter dem unwiderstehlichen Drucke einer Zwangslage verstanden hatte, welche Verhandlungen auf gleichem Fusse vor der Hand unmöglich machte.

Dieselben Umstände erklären es auch, dass in diese erste Vertragsurkunde Bestimmungen über die von den Persern zu übernehmenden Unterhaltungskosten der Lakedämonischen Streitkräfte keine Aufnahme gefunden haben, obwohl bei den Unterhandlungen in Sparta der Agent des Persischen Satrapen eine solche Leistung von dessen Seite in sichere Aussicht gestellt (8, 5) und sogar deren Höhe in bestimmter Weise im Voraus normirt hatte (8, 29). Von den 25 Schiffen, mit welchen Chalkideus im Hafen von Milet lag, waren nur fünf Peloponnesische, die übrigen von Chios; die Bemannung bestand fast durchweg aus Chiern, da man es für zweckdienlich erachtet hatte, einen Theil der Mannschaften der Peloponnesischen Schiffe als Hopliten gerüstet zur Besetzung von Chios zurückzulassen (8, 17; laut 8, 32

gegen fünfhundert Mann); nur eine geringe Anzahl Peloponnesischer Epibaten (οἱ μετὰ Χαλκιδέως ἐλθόντες Πελοποννήσιοι 8, 25) hatten die Expedition mitgemacht. Eine nennenswerthe Lakedämonische Truppenmacht, mit der zu rechnen und für die zu sorgen gewesen wäre, befand sich also nicht zur Stelle; gegen die 'Knechte' aber seines Herrn, als welche der Satrap die Chier auf Grund der Bestimmungen des Vertrages zu betrachten berechtigt war, konnten ihm Verpflichtungen, gleich viel welcher Art, durch eben diesen Vertrag nicht auferlegt werden. Die Soldfrage konnte überhaupt erst nach dem Eintreffen namhafter Lakedämonischer Streitkräfte an der Küste Kleinasiens zur Sprache kommen: wann dieses zu erwarten sei, entzog sich aber zunächst jeder Berechnung. Bei den ersten Verhandlungen wurde dieser Punkt also entweder gar nicht berührt, oder seine Erledigung ganz sachgemäss einer späteren Vereinbarung vorbehalten.

Bald nach Abschluss dieses Vertrages fiel Chalkideus vor Milet bei Gelegenheit eines Ausfalles gegen die von Lade aus bei Panormos gelandeten Athener; im Laufe des Monat September 412 traf dann ein Attisches Geschwader von 48 Schiffen mit 3500 Hopliten an Bord bei Samos ein, welches von hier aus sofort zum Angriffe gegen Milet vorging. Nach glücklich bewerkstelligter Landung wurde das Aufgebot der Milesier, welches, unterstützt von den Peloponnesischen Epibaten des Chalkideus und von Tissaphernes gesendeten Persischen Hülfsstruppen, das freie Feld zu behaupten versuchte, geschlagen und zum Rückzuge in die Stadt genöthigt, welche die siegreichen Athener nunmehr sich zu belagern anschickten. Mittlerweile aber war endlich das Gros der Peloponnesischen Flotte, welches der Lakedämonier Therimenes dem mit wenigen Schiffen nach Chios vorangegangenen Nauarchen Astyocho nachzuführen beauftragt war, 55 Schiffe stark über Leros bei Teichiussa eingetroffen. Auf die Kunde von der Lage der Dinge bei Milet setzte es sich dahin in Bewegung; die Athener gingen auf Samos zurück und Therimenes konnte ungehindert im Hafen von Milet die Verbindung mit den Schiffen von Chios herstellen, welche dort seit ihrem Eintreffen mit Chalkideus, wie es scheint, durchaus unthätig gelegen hatten. Nach kurzem Aufenthalte wandte er sich auf Tissaphernes Verlangen in Gemeinschaft mit diesem gegen Iasos, half ihm dasselbe mit Sturm nehmen und kehrte alsdann Ende September nach Milet zurück, um dort dem Nauarchen Astyocho nach seinem Eintreffen, welches bevorstand, das Commando zu übergeben. Hier fand sich auch der Satrap ein und es wurde nunmehr zunächst die Soldfrage, welche der mit Chalkideus abgeschlossene Vertrag unerledigt gelassen hatte, durch ein besonderes Übereinkommen geregelt (8, 29), auf welches einzugehen der

Satrap gegenüber einer ansehnlichen Peloponnesischen Truppenmacht, welche ihm soeben einen wichtigen Dienst geleistet hatte, und angesichts des in Sparta abgegebenen Versprechens sich nicht wohl weigern konnte, wenn er auch abzuhandeln nicht unterliess. Auch so aber fand der neue Lakedämonische Commandant, dem der mit Chalkideus geschlossene Vertrag offenbar bekannt gegeben worden war und der ohne Zweifel durch Berufung auf die Stipulationen des Schlussparagraphen desselben sich zu der Expedition gegen Iasos hatte bestimmen lassen, welches sich in den Händen des Rebellen Amorges befand, dass die Bestimmungen dieses Abkommens mangelhaft seien und den Interessen Sparta's und des Peloponnesischen Bundes zu wenig Rechnung trügen. Er verlangte deshalb, dass dieser Vertrag cassirt und durch einen anderen ersetzt werde, ein Verlangen, auf welches der Satrap einzugehen sich herbeiliess (36. πρὸς δὲ τὸν Τισσαφέρνην ἐδόκουν ὕμῳ τοῖς Πελοποννησίοις αἱ πρῶται ξυνθήκαι αἱ πρὸς Χαλκιδέα γενόμεναι ἐνδεεῖς εἶναι καὶ οὐ πρὸς σφῶν μᾶλλον, καὶ ἄλλας ἔτι Θηριμένους παρόντος ἐποίουν).

Den Wortlaut dieses zweiten Vertrages, welcher den ersten zu ersetzen bestimmt war, theilt nun Thukydides ebenfalls 8, 37 mit. Die Überschrift nennt ihn ξυνθήκαι der Lakedämonier mit König Dareios, seinen Söhnen und Tissaphernes, und derselben Bezeichnung ξυνθήκαι bedient sich auch Thukydides in den oben ausgehobenen Einleitungsworten, wie zu Anfang des folgenden 38. Capitels (μετὰ δὲ ταύτας τὰς ξυνθήκας u. s. w.); die Einleitungsformel charakterisist ihn als einen Friedens- und Freundschaftsvertrag (σπονδὰς εἶναι καὶ φιλίαν), weshalb Thukydides an anderen Stellen (43 und 52) von ihm als den σπονδαὶ des Therimenes spricht. Vergleicht man ihn nach Inhalt und Form mit dem vorhergehenden, so springt in die Augen, dass er nach beiden Richtungen als eine Umarbeitung und Neuredaction desselben zu betrachten ist, welche in der Weise erfolgte, dass der anstössige dritte Absatz einfach gestrichen, die beiden ersten dagegen zwar beibehalten, aber wesentlich umgearbeitet und erweitert wurden, und dass als Ergebniss einer nachträglichen Vereinbarung eine Ergänzung zum ersten Abschnitte in der Form eines selbständigen dritten Artikels am Schlusse hinzukam. Jene Streichung erfolgte offenbar auf ausdrückliches Verlangen des Lakedämonischen Unterhändlers und wurde von dem Satrapen um so mehr ohne Schwierigkeit bewilligt, als er durch die Eroberung von Iasos und die Gefangennahme des Amorges den nächstliegenden Zweck, welcher ihn auf diese Bestimmung einen besonderen Werth hatte legen lassen, als erreicht betrachten mochte (vergl. 8, 5 und 28). Im ersten Paragraphen ist sodann zunächst durch die genauere Fassung ὅποση χώρα καὶ πόλεις βασιλείῳ εἰσὶ Δαρείου ἢ τοῦ πατρὸς ἦσαν ἢ τῶν προγόνων die oben hervor-

gehobene Zweideutigkeit der früheren Formulirung beseitigt und damit ohne Zweifel einer von Tissaphernes gestellten Forderung genügt worden; weiter aber ist ebenso gewiss auf von Lakedämonischer Seite ausgegangene Veranlassung an Stelle der formellen Anerkennung des Persischen Besitzrechtes die rein negative Verpflichtung, sich jeder feindseligen Handlung gegen die bezeichneten Gebietstheile enthalten zu wollen, getreten und im Schlusssatze jede weitere positive Leistung von späteren von Fall zu Fall zu treffenden besonderen Abmachungen abhängig gemacht. Selbst die Verpflichtung der Lakedämonier zur Cooperation bei Behinderung der Athener, Geld und andere Kriegsbedürfnisse aus diesen Gebieten zu beziehen, erscheint beseitigt und ersetzt durch eine andere, weit harmlosere, nämlich die, sich ihrerseits der Beitreibung von Tributen aus denselben zu enthalten. Dagegen ist §. 2 in abgeänderter, aber wesentlich gleichbedeutender Formulirung¹ beibehalten; neu hinzugekommen ist nur die Bestimmung des zweiten Absatzes, wonach der Grosskönig die Kosten des Unterhaltes alles Lakedämonischen Kriegsvolkes, das in Folge einer von ihm ausgegangenen Requisition sich innerhalb seines Gebietes aufhält, sich zu tragen verpflichtet. Diese Angelegenheit war bereits durch das etwas frühere Abkommen, von dem Capitel 29 berichtet ist, geregelt worden, und es liegt nahe anzunehmen, dass der wesentliche Inhalt desselben, abgesehen von den Bestimmungen über die Höhe des vereinbarten Soldsatzes, nunmehr auf Verlangen der Lakedämonier in den revidirten Vertrag als integrierender Bestandtheil desselben aufgenommen worden ist. Immerhin beweist die etwas verlausulirte Fassung, durch welche die vom Grosskönige übernommene Verpflichtung möglichst eingeschränkt und ihre Ausdehnung unter seine Controlle und sein Belieben gestellt wird, dass bei diesen Festsetzungen das Persische Interesse maassgebend gewesen und von dem Satrapen mit Erfolg zur Geltung gebracht worden ist. In dem neu hinzutretenden dritten Paragraphen endlich übernehmen die Contrahenten die Garantie für die thatsächliche Erfüllung der im ersten eingegangenen Verpflichtung durch alle dabei Betheiligten. Es wäre dieser Absatz also eigentlich dem ersten Paragraphen hinzuzufügen oder unmittelbar nach ihm einzuordnen gewesen. Wenn dies nicht geschehen ist und das dem Sinne nach Zusammengehörige vielmehr räumlich von einander getrennt erscheint, so ist hierin der Beweis dafür zu finden, dass dieser Punkt bei den Verhandlungen erst nach-

¹ Ganz unmotivirt erscheint der Zusatz καὶ τοὺς ξυμμάχους zu Ἀθηναίους, welcher sich im älteren Texte nicht findet. Ich glaube mich nicht zu irren, wenn ich vermute, dass die Überlieferung verdorben und zwischen Ἀθηναίους und καὶ τοὺς ξυμμάχους die Worte βασιλεῖα καὶ λακεδαιμονίους ausgefallen sind; ἀμφοτέρους vor πολεμεῖν braucht darum noch nicht getilgt zu werden.

träglich zur Sprache gekommen und die seine Erledigung betreffende Abmachung nachträglich der im Übrigen bereits paraphirten Vertragsurkunde als Anhang hinzugefügt worden ist.

Während dieser Verhandlungen oder unmittelbar nach dem Abschluss derselben traf der Nauarch Astyochoos in Milet ein und übernahm den Oberbefehl. Gegen seine Amtsführung war in Sparta Beschwerde erhoben worden und darum zu seiner Beaufsichtigung sowie Untersuchung der vorgebrachten Anklagen eine Commission von elf Spartiaten ernannt worden. Diese schifften sich im December 412 an Bord eines Geschwaders von 27 Trieren ein, welche dazu bestimmt waren, in den Hellespontischen Gewässern mit dem Satrapen Pharnabazos zu cooperiren, aber Anweisung erhalten hatten, zuvor Milet anzulaufen. Das Geschwader hielt aus bestimmten Gründen einen südlichen Curs ein und erreichte die kleinasiatische Küste bei Kaunos, von wo aus es sich nach einigen Zwischenfällen mit der von Milet herangekommenen Flotte des Astyochoos bei Knidos vereinigte. Auch Tissaphernes stellte sich ein und es fanden zwischen ihm und der Elfercommission Verhandlungen statt, welche zu keinem Resultate führten, sondern zunächst einen Bruch zur Folge hatten. Der Obmann der Commission, Lichas, erklärte nämlich (43) τὰς σπονδὰς οὐδετέρας, οὔτε τὰς Χαλκιδῆας οὔτε τὰς Θηριμένους, — καλῶς ξυγκεῖσθαι, ἀλλὰ δεῖνεν εἶναι εἰ χώρας ὅσης βασιλεὺς καὶ οἱ πρόγονοι ἤρξαν πρότερον, ταύτης καὶ νῦν ἀξιῶσθαι κρατεῖν· ἐνεῖναι γάρ καὶ νήσους ἀπάσας πάλιν δουλεύειν καὶ Θεσσαλίαν καὶ Λοκροὺς καὶ τὰ μέχρι Βοιωτῶν, καὶ ἀντ' ἐλευθερίας ἀν' Μηδικὴν ἀρχὴν τοῖς Ἕλλησι τοὺς Λακεδαιμονίους περιθεῖναι, und verlangte demgemäss ἐτέρας — βελτίους σπένδεσθαι, ἢ ταύταις γε οὐ χρῆσεσθαι, οὐδὲ τῆς τροφῆς ἐπὶ ταύταις δεῖσθαι οὐδέν (vergl. 52. ἄλλως τε καὶ ἐπειδὴ τὴν ἐν τῇ Κνίδι διαφορὰν περὶ τῶν Θηριμένους σπονδῶν ἥσθετο τῶν Πελοποννησίων. — ἐν ἣ τὸν τοῦ Ἀλκιβιάδου λόγον — ἐπηλήθευσεν ὁ Λίχας, οὐ φάσκων ἀνεκτὸν εἶναι ξυγκεῖσθαι κρατεῖν βασιλεῖα τῶν πόλεων ὧν ποτὲ καὶ πρότερον ἢ αὐτὸς ἢ οἱ πατέρες ἤρχον). Man trennte sich in gegenseitig sehr gereizter Stimmung und die Peloponnesische Flotte wendete sich gegen Rhodos, welches sich von Athen lossagte und wo sie im Anfang des Jahres 411 auf längere Zeit Station nahm. Der erbitterte Satrap knüpfte mittlerweile Unterhandlungen mit den Athenern an, und erst nachdem diese gescheitert, suchte er wieder Annäherung an die Lakedämonier zu gewinnen. Er begab sich zu diesem Zweck nach Kaunos und trat von hier aus mit deren noch immer bei Rhodos liegenden Flotte in Verbindung. Man einigte sich und es kam zum Abschluss eines neuen, des dritten Vertrages, etwa Februar 411: μεταπεμφόμενος οὖν τοὺς Πελοποννησίους τροφὴν τε αὐτοῖς δίδωσι καὶ σπονδὰς τρίτας τάσδε σπένδεται 57 (vergl. 59. αἱ μὲν σπονδαὶ αὗται ἐγένοντο). Den Wortlaut dieses Vertrages theilt Thukydides im folgenden Capitel (58) mit.

Wie die zweite Vertragsurkunde eine Neuredaction der ersten, so stellt diese dritte eine solche der zweiten dar. Die Überschrift hat eine mehr dem Kanzleistil sich annähernde Fassung erhalten durch Vorsetzung einer Datirung nach dem Regierungsjahre des Grosskönigs und dem Amtsjahre des eponymen Spartanischen Ephoren¹, so wie durch ausdrückliche Angabe des Ortes, an welchem der Vertrag geschlossen wurde: ἐν Μαγνέσῳ πεδίῳ, d. h. zu Magnesia oder doch in der Nähe dieser Stadt. Thukydides' Darstellung im vorhergehenden Capitel für sich betrachtet würde zu der Annahme verleiten können, dass zu Kaunos verhandelt worden sei: erst durch Combination derselben mit der bestimmten Angabe der Urkunde ergibt sich die richtige Vorstellung, dass nach Wiederanknüpfung der Beziehungen zwischen Kaunos und Rhodos auf Einladung des Satrapen sich Astyochos in Begleitung der Elfercommission nach Magnesia begeben hat und erst hier die Verhandlungen zu einem Abschlusse gebracht worden sind. Dass der Geschichtschreiber dies nicht ausdrücklich sagt, sondern seinen Lesern zu schliessen überlässt, ist ein Beweis für die mitunter allerdings verhängnissvolle Vorsicht, mit welcher er bei Gestaltung seiner Darstellung gegenüber verschiedenen von ihm benutzten Quellen, hier einer mündlichen, vielfach unzureichenden Information, und den Angaben der zur Verfügung stehenden Urkunde, zu verfahren pflegte und welche in dem vorliegenden Falle noch nach einer anderen Richtung zu Tage tritt. Aus den Angaben der Überschrift ist nämlich weiter zu entnehmen, dass der Vertrag von den Lakedämoniern nicht mit Tissaphernes allein, sondern neben ihm zugleich mit den Söhnen des Pharnakes, d. h. in erster Linie mit Pharnabazos, und dem von nur ganz beiläufig aus Xenophon Hell. 2, 1. 9 bekannten Satrapen des Grosskönigs, Hieramenes, geschlossen worden, woraus sich ergibt, dass die Genannten entweder in Person oder durch Abgesandte sich an den Verhandlungen zu Magnesia betheiligt haben müssen. Dass und warum dies geschehen, sagt Thukydides mit keinem Worte, offenbar, weil die andere oder die anderen von ihm benutzten Quellen dieses Umstandes nicht gedachten und er über die genaueren Umstände des Herganges, auf welche die Urkunde hinweist, nicht näher informirt war, eigene Vermuthungen aber und Combinationen vorzutragen oder gar als überlieferte Thatsachen zu erzählen nicht in seiner Gewohnheit liegt. Was wir unter solchen Umständen festzustellen vermögen, ist einmal, dass die Heranziehung wenigstens des Pharnabazos zu den Verhandlungen und dem Vertragsabschlusse sicher nicht

¹ Der Name desselben findet sich auch an der entsprechenden Stelle im Verzeichniss der eponymen Ephoren der Jahre des Peloponnesischen Krieges bei Xenophon Hell. 2, 3. 10.

auf Wunsch des Tissaphernes, sondern auf entschiedenes Verlangen der durch ihre Instruction dazu angewiesenen Lakedämonischen Unterhändler Statt fand, sodann aber, dass Tissaphernes es durchzusetzen verstanden hat, dass diese Betheiligung seines Rivalen zunächst eine reine Formalität blieb, indem der Vertrag in seinem speciellen zweiten Theile sich darauf beschränkt, die Bedingungen festzustellen, unter denen die Cooperation der Peloponnesischen Flotte mit den Streitkräften des Grosskönigs im Einvernehmen mit Tissaphernes erfolgen soll, ohne dass des Pharnabazos dabei mit einem Worte gedacht wird.

Im Übrigen entsprechen die beiden Abschnitte der Vertragsurkunde in ihrer Folge und ihrem wesentlichen Inhalte den §§. 1 und 2 des Vertrages des Therimenes; der Anhangsartikel des letzteren ist heraufgenommen und dem ersten Abschnitt angefügt, was eine lediglich redactionelle Änderung ist, durch welche auch in der äusseren Form die organische Verbindung zum Ausdruck gebracht wurde, in welcher dem Sinne nach beide Abschnitte auch dort zu einander stehen. Im ersten Abschnitt ist dann zu Anfang die Anerkennung des Persischen Besitzstandes durch die Lakedämonier und zwar in besonders ausdrücklicher Form wiederhergestellt, zugleich aber durch den beschränkenden Zusatz ὅση τῆς Ἀσίας ἐστὶ den Anschauungen und Forderungen Rechnung getragen, welche Lichas seiner Zeit in Knidos so nachdrücklich geltend gemacht hatte. Weiter sind die beiden Absätze der älteren Urkunde, von denen der erste den Lakedämoniern untersagt, auf Persischem Gebiete Tribute oder Contributionen zu erheben, der andere weitere Vereinbarungen von besonderen Verhandlungen abhängig macht, gestrichen worden. Im zweiten Abschnitte sind die Abmachungen über die von Tissaphernes zu übernehmende Unterhaltung und Verproviantirung der Lakedämonischen Flotte denen über die gemeinschaftlich gegen die Athener zu unternehmenden Operationen vorangestellt worden. Diese formelle Abweichung hat der Umstand veranlasst, dass der Beginn jener Operationen, deren Beendigung ganz wie in den beiden vorhergehenden Urkunden nur nach gemeinschaftlichem Übereinkommen statthaft sein soll, bis zum Eintreffen der Flotte des Grosskönigs, welches Tissaphernes in Aussicht gestellt hatte, verschoben bleiben soll, mit Rücksicht auf diesen Termin aber zugleich die Angelegenheit der Verpflegung der Peloponnesischen Flottenmannschaften geregelt wird. Diese Regelung selbst aber ist das Ergebniss eines Compromisses zwischen den unterhandelnden Parteien: der Satrap übernimmt, so lange die zur Stelle befindliche Peloponnesische Flotte auf ihre eigenen Kräfte angewiesen sein wird, die Verpflegung derselben nach dem vereinbarten Satze, κατὰ τὰ ξυγκείμενα (womit ohne Zweifel diejenigen Abmachungen gemeint

sind, von denen Thukydides oben 8, 29 berichtet hat), ohne einen maassgebenden Einfluss auf deren Operationen und somit eine effective Gegenleistung zu beanspruchen, wogegen die Lakedämonier sich verpflichten, nach dem Eintreffen der Persischen Flotte nur im Einvernehmen mit Tissaphernes vorgehen und die Kosten der Verpflegung ihrer Flotte entweder aus eigenen Mitteln bestreiten oder doch nach Beendigung des Krieges zurückzahlen zu wollen. Mit anderen Worten, die gewünschte Unterstützung durch die Persische Flotte wird von den Lakedämoniern durch eine Concession erkaufte, dagegen aber der Satrap in die Lage versetzt, durch das eigene Interesse darauf angewiesen zu sein, diese Beihülfe möglichst schnell heranzuschaffen.

Die in der Darstellung der Ereignisse bezeugenden Anspielungen auf den Inhalt, ja den Wortlaut der Urkunden, auf welche bereits oben im Vorbeigehen hingewiesen worden ist,¹ stellen es ausser Zweifel, dass diese Urkunden Thukydides bekannt waren, als er seine Darstellung niederschrieb, dass sie also nicht nachträglich in dieselbe eingelegt worden sind. Wenn es sich also darum handelt, wenn möglich festzustellen, wann und auf welchem Wege Thukydides Kenntniss von ihnen erlangt hat, so ist die Erledigung dieser Frage bis zu einem gewissen Grade connex mit der der anderen, zu welcher Zeit die uns vorliegende Darstellung des achten Buches entsanden zu setzen ist. Wer da glaubt, die Arbeit am achten Buche in die Zeit vor Beendigung des Krieges, also in die Jahre zwischen 411 und 404 setzen zu müssen, muss folgerichtig annehmen, dass die Bekanntheit des Geschichtschreibers mit diesen Urkunden aus eben dieser Zeit vor dem Ende des Krieges datirt, wer, wie ich selbst, überzeugt ist, dass es erst nach dem Ende des Krieges und der Rückkehr des Thukydides in Athen niedergeschrieben worden ist, hat die Wahl zwischen jener Annahme und der anderen, dass Thukydides in den Besitz der mitgetheilten Abschriften erst in dieser späteren Zeit und zwar zu Athen, gelangt ist. Für ihn ist die Entscheidung zwischen beiden Möglichkeiten abhängig von der Ermittlung der Quellen, oder besser der Quelle, aus welcher er sie bezogen hat; denn bei der engen Zusammengehörigkeit dieser Urkunden nach Entstehungszeit, Inhalt und Form ist es so gut wie gewiss, dass sie nicht auf verschiedenen, sondern einem und demselben Wege, gleichzeitig und nicht etwa nach

¹ Vergl. noch den Anfang von Cp. 59 *αἱ μὲν σπονδαὶ αὐταὶ ἐγένοντο καὶ μετὰ ταῦτα παρεστειλάμετο Τισσαφέρνης πρὸς τε Φαίωνα καὶ ἄλλοις, ὥσπερ εἰρηγό, καὶ ἄλλα ὅσα περ ὑπάρχει, womit auf den betreffenden Inhalt der Vertragsurkunde Bezug genommen wird.*

und nach in seine Hände gelangt sind. Es fragt sich nur, ob diese Ermittlung möglich ist, und ich glaube diese Frage bejahen zu dürfen.

Was an der Form dieser Urkunden gleichmässig auffällt, ist, dass sie, obwohl alle das Ergebniss zwischen Lakedämoniern und Persern gepflogener Verhandlungen, dennoch sämmtlich in Attischer Mundart abgefasst sind. Dieser befremdliche Thatbestand lässt sich nicht so erklären, dass wir annehmen, die mitgetheilten Texte seien von einem Athener, möglicherweise Tukydidēs selbst, gefertigte Übersetzungen von in Persischer Sprache abgefassten Originalen; denn sie enthalten absolut keine Spuren orientalischer Denk- und Ausdrucksweise, welche selbst die beste Übersetzung nicht gänzlich zu verwischen im Stande gewesen sein würde, machen vielmehr durchaus den Eindruck, dass sie selbst Originale sind, deren Conciipient eine Person Hellenischer Nationalität gewesen sein muss. War dieser mit Nothwendigkeit vorauszusetzende Hellenische Conciipient ein Lakedämonier, was anzunehmen das Nächstliegende scheinen könnte, so hatte er sich ohne Zweifel ursprünglich zur Niederschrift seines heimischen Dialektes bedient und die uns vorliegende Attische Fassung muss auf eine nachträgliche Umsetzung zurückgeführt werden, deren Urheber auf keinen Fall Thukydidēs sein könnte, da dieser, wie die beiden letzten Urkunden des fünften Buches beweisen, Hellenischen Urkunden nicht Attischer Fassung ihre dialektische Form zu belassen pflegt; vielmehr müsste das ein anderer Athener gewesen sein, welcher in dieser Beziehung anderen Grundsätzen, als Thukydidēs, folgte und dessen in Attischer Form umgesetzte Abschriften auf irgend einem Wege direct oder indirect dem Geschichtschreiber zu Händen gekommen wären. Daneben besteht aber noch eine andere Möglichkeit, welche angesichts gewisser hinreichend bekannter Thatsachen besondere Beachtung beanspruchen darf, dass nämlich der Conciipient selbst ein Athener war und aus diesem Grunde sich bei seiner Arbeit der Attischen Mundart bediente, so dass die Fassung unserer Urkunden auch nach der Seite der Form eine originale wäre. Wie man aber auch den Hergang sich beschaffen denken mag, man wird sich der Vermuthung nicht ent schlagen können, dass in dem einen wie dem anderen Falle derjenige Athener, durch dessen Vermittelung die Urkunden ihre Attische Fassung erhalten haben, kein anderer als eben Alkibiades gewesen ist. Zur Begründung dieser Vermuthung wird ein kurzer Hinweis auf die Betheiligung des Mannes an den Hergängen genügen, als deren Ergebnisse gewissermaassen unsere Urkunden zu betrachten sind.

Als im Winter 413/12 die Agenten der Persischen Satrapen in Sparta erschienen und während der mit ihnen geführten Verhandlungen befand sich Alkibiades dort anwesend. Seinem Einflusse auf

die zur Zeit maassgebenden politischen Kreise, im Besonderen die Ephoren, wird es zugeschrieben, dass die Lakedämonier sich entschlossen, es mit Tissaphernes und den Ionischen Pflanzstädten des Bereiches seiner Satrapie, im Besonderen Chios und Erythrae, zu versuchen. Als dann der Haupttheil ihrer Flotte durch die Athener am Auslaufen verhindert und an der Peloponnesischen Küste zurückgehalten wurde, war man in Sparta nahe daran, das Unternehmen vorläufig aufzugeben und auch den schwachen rechten Flügel unter Chalkideus zurückzuhalten. Wieder war es Alkibiades, welcher es durch seine Vorstellungen an maassgebender Stelle dahin zu bringen wusste, dass man von weiterem Zögern Abstand nahm und den Chalkideus mit seinen fünf Schiffen nach der Ionischen Küste abgehen liess. Ohne Zweifel geschah es im Auftrage oder doch mit ausdrücklicher Genehmigung des Ephorates, dass Alkibiades ihn auf diesem abenteuerlichen Zuge, für dessen Erfolg er sich verbürgt und für den er gewissermaassen die Verantwortung übernommen hatte, als dessen *ad latus* (ἑὺμεθευλος) begleitete. Jedenfalls erscheint Alkibiades in der Darstellung des Thukydides als der leitende Berather des Lakedämonischen Commandanten und die eigentliche Seele der von diesem ausgeführten Unternehmungen. Auch der Anschlag auf Milet war von Alkibiades auf Grund seines persönlichen Einvernehmens mit den Häuptern der herrschenden Partei in dieser Stadt geplant worden, wie er denn Chalkideus auch auf diesem Zuge begleitete und mit ihm in Milet blokirt wurde. Nach dem Tode desselben scheint er persönlich die Sicherung und Vertheidigung der Stadt überwacht und geleitet zu haben. Nach dem Verluste des Treffens vor den Mauern von Milet ritt er selbst nach Teichiussa hinüber, um das soeben dort eingetroffene Geschwader des Therimenes zu benachrichtigen und zum Vorgehen gegen die zur Belagerung der Stadt sich anschickenden Athener zu veranlassen. Nach dem Rückzuge der Athener hat er sich jedenfalls, während die Lakedämonischen Schiffe vor Milet lagen, ebendasselbst bis einige Zeit nach dem Eintreffen des Astyoehos und der Übernahme des Commando's durch denselben aufgehalten, wenn auch von einer Betheiligung und Einflussnahme seinerseits auf die Hergänge während dieses Zeitabschnittes nicht ausdrücklich berichtet wird. Bald nach der Ankunft des Astyoehos und bereits geraume Zeit vor dem Aufbruch desselben von Milet gewann Alkibiades die Überzeugung, dass in Sparta ein Umschlag zu seinen Ungunsten stattgefunden habe und der Nauarch sich im Besitze von Instructionen befinde, durch welche seine persönliche Sicherheit, ja sein Leben, gefährdet erschien. Er entzog sich der drohenden Gefahr, indem er Milet verliess und sich nach Magnesia zu Tissaphernes begab, in dessen Um-

gebung er sich bekanntlich von da an bis zu seiner Zurückberufung durch das Heer auf Samos aufgehalten hat. Seinen Einfluss auf den Satrapen hat er während dieser Periode, soweit sich erkennen lässt, consequent dazu benutzt, den Interessen der Lakedämonier nach Möglichkeit Abbruch zu thun und durch Vermittelung einer Annäherung des Satrapen an Athen die Grundlage zu dem ihm nothwendigen Ausgleich mit seinen eigenen Landsleuten zu beschaffen, wenngleich er es nicht hat verhindern können, dass, nachdem die Verhandlungen mit den Gesandten der Athener an den hochgespannten Forderungen gescheitert waren, welche er als Unterhändler im Namen des Tissaphernes zu stellen genöthigt war, der letztere sich wieder den Peloponnesiern zuwendete und mit ihnen den dritten Vertrag abschloss. Zur Zusammenkunft in Knidos hat er den Satrapen sicher nicht begleitet, dass er den Verhandlungen in der Mäanderebene beigewohnt hat, ist zwar nicht ausdrücklich überliefert, aber den Umständen nach durchaus wahrscheinlich.

Wer diesen Thatbestand erwägt, wird nicht daran zweifeln wollen, dass Alkibiades vollkommen in der Lage gewesen ist, Kenntniss von dem Inhalte aller drei Vertragsurkunden zu nehmen und, wenn er es für zweckmässig hielt, sich Abschriften derselben zu verschaffen, welche dann durch ihn, nachdem er als Stratege an die Spitze der Athenischen Flotte auf Samos berufen worden, zunächst hier und nach seiner Rückkehr nach Athen im Sommer 408 auch in Athen selbst zur Kenntniss weiterer Kreise gebracht worden sein können. Ich glaube aber, dass man weiter gehen und behaupten darf, dass einzig und allein er und sonst Niemand der Vermittler einer Bekanntschaft mit diesen Urkunden in der vorliegenden Attischen Form gewesen sein kann, folglich, da eine solche Vermittelung thatsächlich stattgefunden hat, auch wirklich, nicht nur möglicher Weise, gewesen ist. Denn entweder ist diese Attische Form diejenige, welche ihnen gleich anfänglich von ihrem Concipienten gegeben wurde: alsdann ist ohne allen Zweifel Niemand anders als Alkibiades dieser Concipient gewesen, der im ersten und zweiten Falle als Berather der Lakedämonischen Befehlshaber, im dritten als Vertrauensmann und im Auftrage des Persischen Satrapen an den Verhandlungen Theil genommen und das Protokoll derselben geführt hat, und in diesem Falle liegt meines Erachtens kein Grund vor, die Vermittelung der Kenntniss seiner eigenen Elaborate ausserhalb des Kreises der unmittelbar Betheiligten auf eines Anderen Rechnung, als die seine zu setzen, und nach anderen Wegen ihrer weiteren Verbreitung als dem oben angegebenen, unter diesen Umständen nächstliegenden und natürlichsten zu suchen. Oder aber es trifft die zweite der oben bezeichneten Möglichkeiten zu und

die originale Fassung der drei Actenstücke ist eine lakonische gewesen: auch dann ist es bei weitem das Wahrscheinlichste, dass derjenige Athener, welcher dann vor ihrer Benutzung durch Thukydides sie in Attische Sprachform umgesetzt haben muss und auf den als letzte Quelle ihre Verbreitung in dieser Form zurückzuführen ist, Alkibiades gewesen ist. Der erste und zweite Vertrag haben jeder nur eine vorübergehende provisorische Geltung von ganz kurzer Zeitdauer gehabt, der erste ist durch den zweiten beseitigt worden, beide haben nie eine autoritative Bestätigung von Lakedämonischer Seite erhalten, sind vielmehr von der Elfercommission mit Entschiedenheit desavouirt worden, ja der erste hat sogar während der kurzen Dauer seiner factischen Gültigkeit entschieden geheim gehalten werden müssen, da die in ihm zugestandene Preisgebung aller kleinasiatischen Griechen an Persien vorläufig wenigstens auf keinen Fall zur Kenntniss der Chier und Erythräer gelangen durfte, deren Autonomie die Lakedämonier durch das mit ihnen im vorangegangenen Winter abgeschlossene Waffenbündniss ausdrücklich anerkannt und garantirt hatten (8, 6). Sicher sind die Urkunden beider nie in einem Hellenischen Archive deponirt worden und ihre Texte können unter diesen Umständen durchaus nur auf privaten Wegen Verbreitung gefunden haben. Völlig unerfindlich ist bei solcher Lage der Dinge, wie ausser Alkibiades irgend ein anderer Athener in der Lage gewesen sein sollte, Kenntniss von ihnen zu erlangen, es sei denn, dass sie ihm durch diesen direct oder indirect vermittelt wurde. Anders steht es allerdings mit der Urkunde des dritten Vertrages insofern, als dieser von dem Nauarchen Astyochos und der ihm beigegebenen und sicher mit ausreichenden Vollmachten ausgestatteten Elfercommission in bindender Form abgeschlossen worden ist und darum ein officielles Exemplar der Urkunde wohl ohne Zweifel seinen Weg in das Spartanische Staatsarchiv gefunden haben wird. Es verlohnt indessen nicht der Mühe, die Möglichkeit zu erwägen, dass eine Abschrift von diesem gleichviel durch welche Vermittelung in die Hände des Geschichtschreibers gelangt sein könnte, da die Gleichheit der sprachlichen Form und die sonstigen Umstände es ausser Zweifel stellen, dass alle drei Urkunden gleichzeitig und auf demselben Wege zu seiner Kenntniss gekommen sind, und es aus diesem Grunde unzulässig ist, einen Vermittelungsweg anzunehmen, der für die dritte Urkunde vielleicht möglich, für die beiden ersten dagegen ausgeschlossen sein würde. Auf Grund dieser Erwägungen halte ich mich zu der Behauptung berechtigt, dass jede Kenntniss unserer Urkunden in anderen als den zunächst und unmittelbar betheiligten Kreisen, also auch diejenige, welcher wir bei Thukydides begegnen, in letzter Instanz auf Alkibiades zurückgeführt werden muss

und jede andere Erklärung ausgeschlossen ist. Allerdings ist es nicht möglich, die Fäden aufzuweisen, welche von Alkibiades zu dem Geschichtschreiber hinüberleiten, und es kann mir nicht einfallen, die Lösung einer Frage versuchen zu wollen, für deren Beantwortung es uns, so viel ich sehen kann, an jedem positiven Anhaltspunkte fehlt. Ich muss mich begnügen, darauf hinzuweisen, dass, wenn, wie oben bemerkt wurde, seit dem Sommer 408 zu Athen dem Alkibiades nahe stehende Kreise Kenntniss von den Urkunden haben konnten, auch die Möglichkeit besteht, dass diese Kenntniss noch bis in die Zeit nach dem Ende des Krieges sich in denselben erhielt, und damit die andere, dass der Geschichtschreiber erst nach seiner Rückkehr durch uns unbekannte und nicht mehr nachweisbare Beziehungen, in welche er zu Personen jener Kreise damals trat, in die Lage versetzt wurde, Abschriften jener Urkunden sich für seine Zwecke zu verschaffen. Es wird an dieser Möglichkeit um so mehr festzuhalten sein, als der Beweis nicht erbracht ist und meines Erachtens überhaupt nicht erbracht werden kann, dass seine Bekanntschaft mit unseren Urkunden in einer früheren Zeit, also in den letzten Jahren vor dem Ende des Krieges, erlangt worden ist.

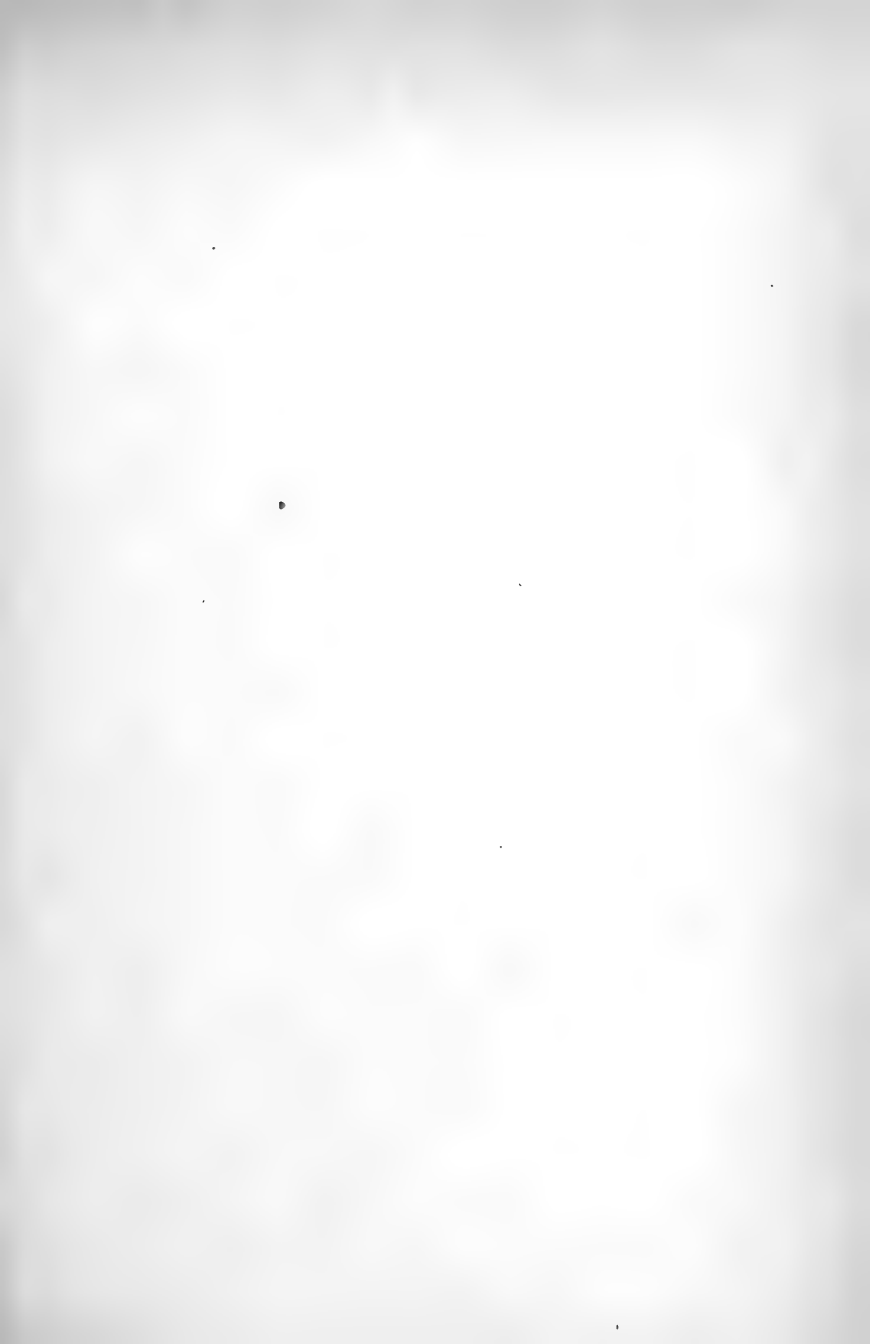
Unter diesen Umständen darf die Frage aufgeworfen werden, ob die Möglichkeit, auf welche oben hingewiesen worden ist, dass die beiden Peloponnesischen Urkunden des fünften Buches zunächst ebenfalls durch Alkibiades' Vermittelung in Athen erhältlich geworden sind, nicht mehr als eine blossse Möglichkeit ist, und Thukydides sie nicht gleichzeitig mit denen des achten aus derselben Quelle bezogen hat, welche durch irgend eine nicht näher zu bezeichnende Vermittelung schliesslich auf Alkibiades zurückführte. Wer sie bejahen will, für den ergibt sich als Gesammtresultat, zu welchem ich für meine Person mich zu bekennen keinen Anstand nehme, dass Thukydides die von ihm mitgetheilten Urkunden theils aus dem Attischen Archive, theils auf privatem Wege aus der politischen Hinterlassenschaft des Alkibiades bezogen hat, und dass kein Grund vorliegt zu bezweifeln, vielmehr alle Wahrscheinlichkeit dafür ist, dass die Gelegenheit dazu nach beiden Richtungen sich ihm erst in Athen nach seiner Rückkehr aus der Verbannung geboten hat, eine Bekanntschaft mit diesen Urkunden vor dem Ende des Krieges also bei ihm nicht vorausgesetzt werden darf. Nebenher würde damit zugleich ein Anhaltspunkt für die Entscheidung darüber gewonnen sein, in welcher Form die drei Urkunden des achten Buches ursprünglich abgefasst zu denken sind, insofern es wenig Wahrscheinlichkeit für sich haben dürfte, dass dieselbe Person bei Behandlung von Urkunden in nicht attischem Dialekte willkürlich, wenn auch zu verschiedenen Zeiten, ein ganz verschiedenes Verfahren beobachtet haben sollte, Peloponnesischen Urkunden

ihre sprachliche Form belassen, Iakonische, in Kleinasien erhaltene in das Attische umgesetzt hätte. Für völlig beweiskräftig will ich diese Erwägung nicht ausgegeben haben, aber auch nicht verhehlen, dass ich Alles in Allem, auch abgesehen von dieser Instanz es für das bei Weitem Wahrscheinlichste halten muss, dass die Attische Sprachform, in der diese Urkunden uns überliefert sind, die originale und diese ihre Beschaffenheit daraus zu erklären ist, dass der Athener Alkibiades in allen drei Fällen das Protocoll der Verhandlungen geführt und das Ergebniss derselben in die vorliegende Form gebracht hat.

Zum Schluss noch eine Bemerkung. Ausser den im Vorstehenden besprochenen Urkunden aus der Zeit des grossen Krieges, welche Thukydides in ihrem Wortlaute mittheilt, ist ihm, soweit die in seiner Darstellung erkennbaren Spuren ein Urtheil verstatten, wenigstens noch eine aus älterer Zeit bekannt gewesen, nämlich die des dreissigjährigen Friedens vom Jahre 445, welche ihm selbstverständlich schon vor seiner Verbannung zugänglich sein konnte und sicher auch gewesen ist. Wo er in der summarischen Übersicht der Ereignisse zwischen den Perserkriegen und dem Beginne des grossen Krieges jenes Friedensschlusses gedenkt (I, 115), begnügt er sich zwar mit der kurzen Angabe σπονδὰς ἐποιήσαντο πρὸς Λακεδαιμονίους καὶ τοὺς συμμάχους τριακοντούτεϊς, ἀποδόντες Νίσαιαν καὶ Πηγὰς καὶ Τροιζῆνα καὶ Ἀχαΐαν, an drei andern Stellen dagegen nimmt er Veranlassung, sich nebenher auf eine Specialbestimmung dieses Vertrages zu beziehen und zwar in einer Weise, welche keinen Zweifel daran lässt, dass er mit dem Wortlaut der Urkunde bekannt war: zuerst in der Rede des Athenischen Gesandten I, 78: λέγομεν ὑμῖν — σπονδὰς μὴ λύειν μηδὲ παραβαίνειν τοὺς ὅρκους, τὰ δὲ διάφορα δίκῃ λύεσθαι κατὰ τὴν ξυνθήκην, sodann I, 145: οἱ δ' Ἀθηναῖοι — τοῖς Λακεδαιμονίοις ἀπεκρίναντο τῇ ἐκείνου (des Perikles) γνώμῃ — οὐδὲν κελεύόμενοι ποιῆσειν, δίκῃ δὲ κατὰ τὰς ξυνθήκας ἐτοῖμοι εἶναι διαλύεσθαι περὶ τῶν ἐγκλημάτων ἐπὶ ἴσῃ καὶ ὁμοίᾳ, und endlich 7, 18: μάλιστα δὲ τοῖς Λακεδαιμονίοις ἐγγεγνήτο τις βῆμη — ὅτι τὰς σπονδὰς προτέρους λελυκέναι ἠγούντο αὐτοὺς· ἐν γὰρ τῇ προτέρῃ πολέμῳ σφύερον τὸ παρανόμημα μᾶλλον γενέσθαι, ὅτι τε ἐς Πλαταιαν ἦλθον Θηβαῖοι ἐν σπονδαῖς καί, εἰρημένον ἐν ταῖς πρότερον ξυνθήκαις ὅπλα μὴ ἐπιφέρειν, ἣν δίκας θέλωσι δίδόναι, αὐτοὶ οὐχ ὑπήκουον ἐς δίκας προκαλουμένων τῶν Ἀθηναίων· καὶ διὰ ταῦτα εἰκότως δυστυχεῖν τε ἐνόμιζον καὶ ἐνεθυμοῦντο τὴν τε περὶ Πύλον ξυμφορὰν καὶ εἴ τις ἄλλη αὐταῖς ἐγγεγνήτο. Wenn nun an dieser letzten Stelle in unmittelbarem Anschluss an die ausgehobenen Worte Thukydides weiter fortführt: ἐπειδὴ δὲ οἱ Ἀθηναῖοι ταῖς τριάκοντα ναυσὶν ἐξ Ἀργεὺς ὀρμύμενοι Ἐπιδάουρον τέ τι καὶ

Πρασίῳ καὶ ἄλλα ἐδῶσαν καὶ ἐκ Πύλου ἅμα ἐλήστευον, καὶ ὁσάκις περὶ τῶν διαφορῶν γένοιτο τῶν κατὰ τὰς σπονδὰς ἀμφισβητούμενων, ἐς δίκας προκαλουμένων τῶν Λακεδαιμονίων οὐκ ἔσθλον ἐπιτρέπειν, τότε δὲ αἱ Λακεδαιμόνιοι νομίσαντες τὸ παρανόμημα, ὅπερ καὶ σφίσι πρότερον ἡμάρτητο, αὖθις ἐς τοὺς Ἀθηναίους τὸ αὐτὸ περιεστάναι, πρόσμιοι ἦσαν ἐς τὸν πόλεμον, so ist deutlich, dass er die Bekanntschaft mit der Thatsache voraussetzt, dass in der Urkunde des Nikiasfriedens dieselbe Bestimmung enthalten war, wie in der des Friedens von 445, und dass ihm selbst folglich der Wortlaut der ersteren bekannt war, als er diese Stelle niederschrieb.¹ Wer nun an der Vorstellung glaubt festhalten zu müssen, dass die Geschichte der Sikelischen Expedition im sechsten und siebenten Buche in einem Zuge mit der Darstellung des fünften und achten, also jedenfalls nach dem Ende des Krieges, entworfen und ausgeführt worden ist, wird in der Bezugnahme auf eine Urkunde, welche nach meiner Auffassung dem Geschichtschreiber erst nach seiner Rückkehr in die Heimath bekannt geworden ist, nichts Auffälliges finden und von seinem Standpunkt aus keine Veranlassung haben, die Richtigkeit jener Auffassung in Zweifel zu ziehen. Wer dagegen der Ansicht ist, dass die Geschichte der Sikelischen Expedition zunächst als selbständige Einzeldarstellung bereits vor dem Ende des Krieges entworfen und erst später der nach dem Ende desselben geplanten und theilweise zur Ausführung gebrachten Fortsetzung der Geschichte des zehnjährigen Krieges eingefügt worden ist, wird diese seine Ansicht mit meiner Thesis nur so in Einklang bringen können, dass er die betreffende Partie des siebenten Buches in die Reihe derjenigen Zusätze verweist, von denen er alsdann anzuerkennen genöthigt ist, dass sie bei Gelegenheit der Einarbeitung des sechsten und siebenten Buches in die spätere Darstellung hinzugefügt worden sind, vielleicht sogar durch sie eine Ansicht bestätigt finden, welche er bereits auf Grund anderweiter Erwägungen sich selbst zu bilden veranlasst worden war.

¹ Um sich zu überzeugen, vergleiche man nur den Paragraphen des Nikiasfriedens, auf den es hier ankommt, und den ich zu diesem Zwecke hersetze: ὅπλα δὲ μὴ ἐξέστω ἐπιφέρειν ἐπὶ πημονῇ μήτε Λακεδαιμονίους καὶ τοὺς ξυμμάχους ἐπ' Ἀθηναίους καὶ τοὺς ξυμμάχους μήτε Ἀθηναίους καὶ τοὺς ξυμμάχους ἐπὶ Λακεδαιμονίους καὶ τοὺς ξυμμάχους, μήτε τέργῃ μήτε μηχανῇ μηδεμιᾷ· ἐὰν δὲ τι διάφορον ᾖ πρὸς ἀλλήλους, δικαίῳ γρήσθων καὶ ὁμοῖς, καὶ δ' ὅ τι αὖ ξυνδῶνται.



I.
(8, 18)

Ἐπὶ τοῖσδε ξυμμαχίαν ἐποιήσαντο πρὸς βασιλέα καὶ Τισσαφέρνην Λακεδαιμόνιοι καὶ οἱ ξύμμαχοι.

1. ὅποσιν χώραν καὶ πόλεις βασιλεὺς ἔχει καὶ οἱ πατέρες βασιλέως εἶχον, βασιλέως ἔστω· καὶ ἐκ τούτων τῶν πόλεων ὅποσα Ἀθηναίοις ἐφοῖτα χρήματα ἢ ἄλλο τι, κωλύοντων κοινῇ βασιλεὺς καὶ Λακεδαιμόνιοι καὶ οἱ ξύμμαχοι ὅπως μῆτε χρήματα λαμβάνωσιν Ἀθηναῖοι μὴτ' ἄλλο μηδέν.

2. καὶ τὸν πόλεμον τὸν πρὸς Ἀθηναίους κοινῇ πολεμούντων βασιλεὺς καὶ Λακεδαιμόνιοι καὶ οἱ ξύμμαχοι καὶ κατάλυσιν τοῦ πολέμου πρὸς Ἀθηναίους μὴ ἐξέστω ποιεῖσθαι, ἢν μὴ ἀμφοτέροις δυκῇ, βασιλεῖ καὶ Λακεδαιμονίοις καὶ τοῖς ξυμμαχοῖς.

3. ἢν δέ τινες ἀφιστῶνται ἀπὸ βασιλέως, πολέμιοι ἔστωσαν καὶ Λακεδαιμόνιοι καὶ τοῖς ξυμμαχοῖς· καὶ ἢν τινες ἀφιστῶνται ἀπὸ Λακεδαιμονίων καὶ τῶν ξυμμάχων, πολέμιοι ἔστωσαν βασιλεῖ κατὰ ταῦτά.

II.
(8, 37)

Ξυνδῆται Λακεδαιμονίων καὶ τῶν ξυμμάχων πρὸς βασιλέα Δαρεῖον καὶ τοὺς παῖδας τοῦ (τοὺς BEKKER) βασιλέως καὶ Τισσαφέρνην.

σπονδὰς εἶναι καὶ φιλίαν κατὰ τάδε·

1. ὅποση χώρα καὶ πόλεις βασιλέως εἰσὶ Δαρείου ἢ τοῦ πατρὸς ἦσαν ἢ τῶν προγόνων, ἐπὶ ταύτας μὴ ἰέναι ἐπὶ πολέμῳ μηδὲ κακῷ μηδενὶ μῆτε Λακεδαιμονίους μῆτε τοὺς ξυμμάχους (τοὺς Λακεδαιμονίων), μῆτε (μηδὲ, BEKKER) φόρους πράσσεισθαι ἐκ τῶν πόλεων τούτων μῆτε Λακεδαιμονίους μῆτε τοὺς ξυμμάχους (τῶν Λακεδαιμονίων)· μηδὲ Δαρεῖον βασιλέα μηδὲ ὧν βασιλεὺς ἄρχει ἐπὶ Λακεδαιμονίους μηδὲ τοὺς ξυμμάχους ἰέναι ἐπὶ πολέμῳ μηδὲ κακῷ μηδενί. ἢν δέ τι δέωνται Λακεδαιμόνιοι ἢ οἱ ξύμμαχοι βασιλέως ἢ βασιλεὺς Λακεδαιμονίων ἢ τῶν ξυμμάχων, ὅ τι ἂν πειθῶσιν ἀλλήλους, τοῦτο ποιοῦσι καλῶς ἔχειν.

2. τὸν δὲ πόλεμον τὸν πρὸς Ἀθηναίους καὶ τοὺς ξυμμάχους κοινῇ ἀμφοτέρους πολεμεῖν· ἢν δὲ κατάλυσιν ποιῶνται, κοινῇ ἀμφοτέρους ποιεῖσθαι. ὅποση δ' ἂν στρατιὰ ἐν τῇ χώρᾳ τῇ βασιλέως ἢ μεταπεμφαμένου βασιλέως, τὴν δαπάνην βασιλέα παρέχειν.

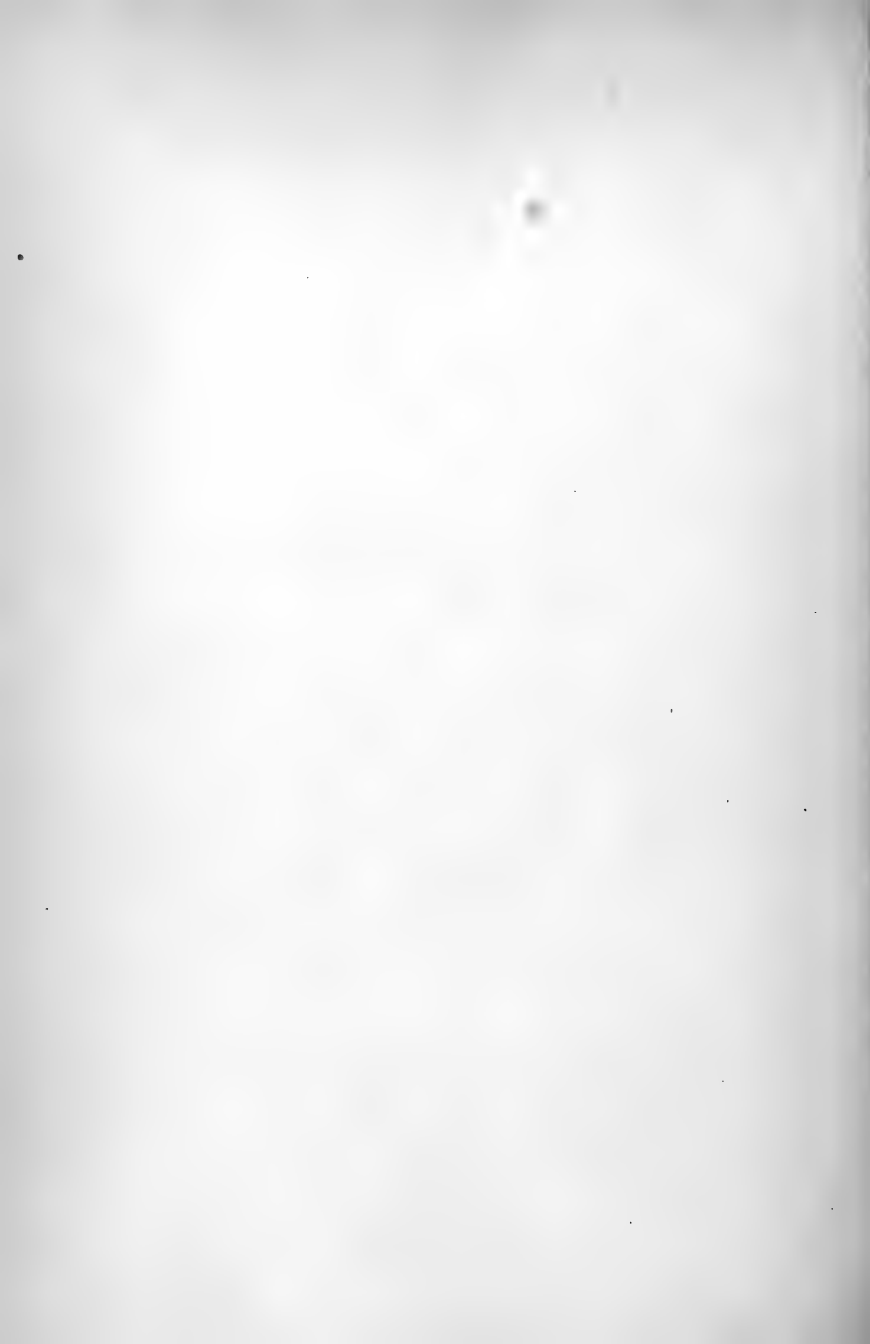
3. ἢν δέ τις τῶν πόλεων ὅποσαι ξυνέδεντο βασιλεῖ ἐπὶ τὴν βασιλέως ἢ χώραν, τοὺς ἄλλους κωλύειν καὶ ἀμύνειν βασιλεῖ κατὰ τὸ δυνατόν· καὶ ἢν τις τῶν ἐν τῇ βασιλέως χώρᾳ ἢ ὅσης βασιλεὺς ἄρχει ἐπὶ τὴν Λακεδαιμονίων ἢ τῶν ξυμμάχων, βασιλεὺς κωλύτω καὶ ἀμυνέτω κατὰ τὸ δυνατόν.

III.
(8, 58)

Τρίτῳ καὶ δεκάτῳ ἔτει Δαρείου βασιλεύοντος, ἐφορεύοντος δὲ Ἀλεξιππίδα ἐν Λακεδαίμονι, Ξυνδῆται ἐγένοντο ἐν Μαιάνδρου πεδίῳ Λακεδαιμονίων καὶ τῶν ξυμμάχων πρὸς Τισσαφέρνην καὶ Ἰεραμένην καὶ τοὺς Φαρνάκου παῖδας περὶ τῶν βασιλέως πραγμάτων καὶ Λακεδαιμονίων καὶ τῶν ξυμμάχων.

1. χώραν τὴν βασιλέως, ὅση τῆς Ἀσίας ἐστί, βασιλέως εἶναι· καὶ περὶ τῆς χώρας τῆς ἑαυτοῦ βουλευέτω βασιλεὺς ὅπως βούλεται. Λακεδαιμονίους δὲ καὶ τοὺς ξυμμάχους μὴ ἰέναι ἐπὶ χώραν τὴν βασιλέως ἐπὶ κακῷ μηδενί, μηδὲ βασιλέα ἐπὶ τὴν Λακεδαιμονίων μηδὲ τῶν ξυμμάχων ἐπὶ κακῷ μηδενί. ἢν δέ τις Λακεδαιμονίων ἢ τῶν ξυμμάχων ἐπὶ κακῷ ἢ ἐπὶ τὴν βασιλέως χώραν, Λακεδαιμονίους καὶ τοὺς ξυμμάχους κωλύειν· καὶ ἢν τις ἐκ τῆς βασιλέως ἢ ἐπὶ κακῷ ἐπὶ Λακεδαιμονίους ἢ τοὺς ξυμμάχους, βασιλεὺς κωλύετω.

2. τροφήν δὲ ταῖς ναυσὶ ταῖς νῦν παρούσαις Τισσαφέρνην παρέχειν κατὰ τὰ ξυγκείμενα μέχρι ἂν αἱ νῆες αἰ βασιλέως ἐλθῶσι. Λακεδαιμονίους δὲ καὶ τοὺς ξυμμάχους, ἐπὴν αἱ βασιλέως νῆες ἀφίκωνται, τὰς ἑαυτῶν ναῦς ἢν βούλονται τρέφειν ἐφ' ἑαυτοῖς εἶναι· ἢν δὲ παρὰ Τισσαφέρνους λαμβάνειν ἐθέλωσι τὴν τροφήν, Τισσαφέρνην παρέχειν, Λακεδαιμονίους δὲ καὶ τοὺς ξυμμάχους τελευτῶντος τοῦ πολέμου τὰ χρήματα Τισσαφέρνῃ ἀποδοῦναι, ὅποσα ἂν λάβωσιν. ἐπὴν δὲ αἱ βασιλέως νῆες ἀφίκωνται, αἱ τε Λακεδαιμονίων νῆες καὶ αἱ τῶν ξυμμάχων καὶ αἱ βασιλέως κοινῇ τὸν πόλεμον πολεμούντων, καθ' ὅ τι ἂν Τισσαφέρνῃ δοκῇ καὶ Λακεδαιμονίοις καὶ τοῖς ξυμμαχοῖς. ἢν δὲ καταλύειν βούλονται πρὸς Ἀθηναίους, ἐν ὁμοίῳ καταλύεσθαι.



Neue Palmyrenische Inschriften.

VON DR. P. SCHROEDER.

(Vorgelegt von Hrn. DILLMANN am 13. März [s. oben S. 243].)

Hierzu Taf. II.

I. Der bilingue Palmyrenische Zolltarif.

Im März dieses Jahres wurde mir seitens der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin der Auftrag zu Theil, eine Reise nach den Ruinen von Palmyra zu unternehmen belufs Herstellung eines Abklatsches und einer Copie der grossen, im Jahre 1881 von dem Fürsten LAZAREW daselbst entdeckten griechisch-palmyrenischen Inschrift¹ aus dem Jahre 137 n. Chr. — Durch unvorhergesehene Umstände an der Ausführung dieses Auftrags verhindert, ersuchte ich Hrn. Prof. J. EUTING, welcher sich im Juni d. J. auf der Durchreise in Beirut befand, und von Damascus eine Excursion nach Palmyra zu unternehmen gedachte, den Abklatsch für die Königliche Akademie zu besorgen. Hr. EUTING erklärte sich hierzu sofort bereit und sandte mir um die Mitte des August, nach seiner Rückkehr von Palmyra, einen mit grosser Mühe hergestellten, wohl gelungenen Papierabklatsch, den ich hiermit der Königlichen Akademie vorzulegen mich beehre. Mit Hülfe dieses Abklatsches und einer im März d. J., bei Gelegenheit der Reise Seiner Königlichen Hoheit des Prinzen FRIEDRICH KARL von Preussen nach Palmyra, durch einen Damascener Photographen aufgenommenen Photographie² der Inschrift, von welcher

¹ Die Abhandlung ist am 15. Januar 1884 von Hrn. Dr. SCHROEDER in Beirut hierher abgesandt worden.

² Diese Photographie ist zwar scharf und deutlich, leidet aber an dem Nachtheile, dass sie, wegen der Lage des Steines in einer Art Grube, von einem — im Verhältniss zum Stein — etwas erhöhten Standpunkte aufgenommen worden ist und dass in Folge dessen auf ihr die Inschrift nach unten zu verkürzt erscheint. In den untersten Zeilen stellen sich daher die Buchstaben so klein dar, dass sie kaum noch lesbar und selbst mit der Lupe schwer erkennbar sind. Der Photograph, der während des Aufenthalts des Prinzen FRIEDRICH KARL in Palmyra die Inschrift aufnahm (ein gewisser Sliman Hakiu aus Damascus) begleitete später — Anfang August d. J. — auch Hrn. EUTING nach Palmyra und nahm die Inschrift bei dieser Gelegenheit

ich ein Exemplar beilege, habe ich ein möglichst genaues Facsimile der Inschrift in vier Blatt, in der Grösse von ungefähr einem Viertel des Originals angefertigt. In der Anlage beehre ich mich der Königlichen Akademie dieses Facsimile zu überreichen.

Der von Hrn. EUTING mit gewohnter Meisterschaft hergestellte Papierabdruck ist der dritte, welcher von der Inschrift genommen worden ist. Bereits der Entdecker, Fürst ABAMELEK LAZAREW, nahm einen allerdings mangelhaften Abklatsch, welchen er später der Pariser Académie des Inscriptions et Belles Lettres mittheilte und welchen Marquis DE VOGÜÉ seinem ersten Entzifferungsversuche¹ zu Grunde legte. Im Herbst 1882 liess Fürst LAZAREW durch einen Beurter Photographen einen zweiten Papierabklatsch anfertigen, den ich vor seiner Versendung nach St. Petersburg gesehen habe. Er ist unter ungünstigen äusseren Verhältnissen angefertigt und bietet noch mancherlei Mängel, denen durch den vortrefflichen EUTING'schen Abklatsch abgeholfen ist.

Unter Zugrundelegung dieses zweiten LAZAREW'schen Abklatsches und der vorerwähnten Photographie, welche ihm durch Prof. SACHAU mitgetheilt wurde, unternahm Hr. DE VOGÜÉ eine neue, diesmal sehr erschöpfende Bearbeitung der Inschrift, welche im August-September-Heft des Journal Asiatique (p. 149—183) erschien. Mir kam diese Publication erst zu Gesicht, nachdem ich selbst einen Entzifferungsversuch ausgearbeitet hatte. Da die VOGÜÉ'sche Arbeit mit den Ergebnissen meiner eigenen im wesentlichen übereinstimmt, so verzichte ich auf eine vollständige Wiedergabe der letzteren und beschränke mich im Folgenden auf eine nochmalige, auf dem neuesten EUTING'schen Abklatsch basirte Transcription des Textes und auf einige erklärende Bemerkungen sprachlicher und sachlicher Natur: wobei ich besonders diejenigen Stellen hervorhebe, in denen meine Lesung bzw. Erklärung von derjenigen des Hrn. DE VOGÜÉ abweicht.

Der Stein, welcher die Inschrift trägt und in dieser selbst als $\sigma\tau\eta\lambda\eta$, aram. ܣܬܠܐ bezeichnet wird, hat colossale Dimensionen: er misst nicht weniger als $5\frac{1}{2}$ Meter in der Länge und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meter in der Höhe. Er liegt, halb in der Erde begraben, noch an seinem ursprünglichen Standorte in der Nachbarschaft der grossen Säulereihe. Da er nach der Inschrift selbst »gegenüber dem Rabasiri ge-

zum zweiten Male photographisch auf. Diese zweite Photographie, welche in richtiger Stellung des Apparats zum Objectiv aufgenommen ist, soll die erstere an Deutlichkeit übertreffen; doch war es mir nicht möglich, ein Exemplar von derselben zu erhalten.

¹ Inscriptions Palmyréniennes inédites, im Journal Asiatique, févr.-mars 1883

nannten Tempel« (ἀντικρὺς ἱεροῦ λεγομένου Παθασείρη I, 11) aufgestellt war, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die Ruinen eines antiken Gebäudes, welche noch heute, dem Steine gegenüber, existiren und von den heutigen Bewohnern Tadmor's das »Serai« genannt werden, zu diesem Tempel gehören. Vogüé findet keine passende Erklärung des Namens Rabasiri, im aramäischen Texte רבאסירא geschrieben, und ist geneigt, den zweiten Theil desselben mit dem pers. »serai« in Verbindung zu bringen. Ich erkläre den Namen durch »Rab Osiri«. Das Vorhandensein eines Tempels des Herrn Osiris zu Palmyra zur Zeit der Römerherrschaft in Syrien hat durchaus nichts auffallendes, da der Cultus gewisser ägyptischer Gottheiten, namentlich des Osiris, der Isis und des Serapis um jene Zeit über ganz Vorderasien verbreitet war.

Die Inschrift ist in vier, durch 13 bis 17 Centimeter breite Streifen ohne Schrift von einander geschiedene Felder eingetheilt, welche ich, von links nach rechts zählend, mit I, II, III, IV bezeichne. Das am meisten nach links gelegene Feld I enthält einen bilinguen Text von 27 Zeilen, von denen die 13 ersten Zeilen in griechischer, die darauf folgenden 11 Zeilen in aramäischer Sprache verfasst sind: den Schluss bilden noch eine Zeile in griechischer und zwei Zeilen in aramäischer Sprache (Z. 25 bis 27). Der aramäische Text zeigt den bekannten Palmyrenischen Schrifttypus in schönen, festen Charakteren: dem Inhalte nach bildet er eine wortgetreue Übersetzung des darüber stehenden griechischen Textes, welcher als Original anzusehen ist. Die Inschrift, 93 Centimeter breit und 77 Centimeter hoch, füllt nicht das ganze erste Feld aus: der untere Theil desselben, ungefähr ein Drittel der ganzen Fläche, ist ohne Schrift geblieben. Die Inschrift ist vom 18. Xanthikos (ניסן Nisan) des Jahres 448 der Seleucidischen Aera, d. h. vom 18. April 137 n. Chr. datirt, stammt also aus dem letzten Regierungsjahre Kaiser Hadrians. Sie enthält einen Beschluss (δῶγμα, דגמא) des Senats (βουλή, בורא) von Palmyra, durch welchen gewisse Zusätze zu dem Palmyrenischen Zollgesetz (τελωνικός νόμος, מנסא די מנסא) eingeführt werden. In dem alten Palmyrenischen Zolltarif waren nämlich nicht alle Handelsartikel, welche beim Eintritt in das Gebiet von Palmyra oder bei der Ausfuhr aus demselben zollpflichtig waren, aufgezählt. Für diese nicht mit festen Zollsätzen tarifirten Waaren wurde der Zoll (τέλος, מנסא) vom Zollpächter (δημοσιωνης publicanus, oder μισθωτής, μισθούμενος, מנסא) »nach Herkommen« (ἐκ συνθήκας, מן עידא) erhoben. Dieser Verzollungsmodus gab zu manchen Willkürlichkeiten der Zollbeamten Veranlassung und war die Quelle fortwährender Streitigkeiten (ζητήσεις, סרבנות) zwischen den Kaufleuten und Zöllnern. Um diesem Zustande ein Ende zu machen, beschloss der Senat von Palmyra, dass künftighin auch von

den im Zollgesetz nicht aufgeführten Waaren der Zoll nach specificirten, festen Sätzen erhoben werden solle, und dass diese Zollsätze, normirt nach einer von den Archonten und Zehnmännern (δεκάπρωτοι, ἀρχῶν) vorzunehmenden Werthschätzung; zugleich mit dem alten Zolltarif auf der steinernen Stele gegenüber dem Tempel Rabasiri, eingeschrieben werden sollten. — Während das Decret des Senats auf Feld I zu lesen ist, enthalten die drei übrigen Felder den eigentlichen verbesserten Zolltarif, und zwar auf Feld II in aramäischer, auf Feld III und IV in griechischer Sprache. Der aramäische Text ist aus dem Griechischen übersetzt und besser erhalten als dieser letztere, obgleich auch er noch zahlreiche Lücken darbietet. Er misst 156 Centimeter in der Höhe und 136 Centimeter in der Breite. Die erste Zeile enthielt in grösseren Buchstaben die Überschrift; dann folgt der Tarif in drei parallelen Columnen zu je 49 Zeilen, die ich im Folgenden mit IIa, IIb und IIc bezeichne; endlich folgt auch auf dem unteren Rande des Feldes eine Zeile, welche den Schluss der Inschrift bildet und sich an IIc anschliesst. Die Buchstaben sind in dieser Zeile kleiner und stehen enger bei einander, als in den Columnen; offenbar wollte der Steinhauer diese Schlussworte noch in der dritten Columnne anbringen, da es ihm aber hier an Raum mangelte, sah er sich gezwungen, den ganzen unteren Rand des Feldes I zu Hülfe zu nehmen.

Der griechische Text in Feld III und IV ist leider sehr schlecht erhalten. Er bietet eigentlich nur zwei grössere zusammenhängende Stellen: nämlich IIIb Z. 37 bis 46 und IVa Z. 41 bis 57; alles übrige ist mehr oder weniger lückenhaft, wodurch natürlich die Lesung und Erklärung des correspondirenden aramäischen Textes erheblich erschwert wird, namentlich an solchen Stellen, wo auch dieser letztere schlecht erhalten ist. Das Feld III ist 139 Centimeter hoch und 137 Centimeter breit und enthielt in seiner ursprünglichen Gestalt drei Columnen zu je 47 Zeilen. Das Feld IV, 134 Centimeter hoch und 107 breit, enthielt nur zwei Columnen, die erste (a) von 57, die zweite (b) von nur 40 Zeilen. Im Folgenden bezeichne ich die fünf Columnen des griechischen Textes mit: IIIa, IIIb, IIIc, IVa, IVb.

Feld I.

1 Ἐτους ημὺ μὴδὲς Ξανδικοῦ καὶ δόγμα βουλῆς

Ἐπὶ Βωννέους Βωννέους τοῦ Αἰράνου προέδρου Ἀλεξάνδρου Ἀλεξάνδρου τοῦ
Φιλοπάτορος γραμματέως βουλῆς καὶ δήμου Μαλίχου Ὀλαίους καὶ Ζεβεΐδου
Νεσᾶ ἀρχόν-

των βουλῆς νομίμου ἀγομένης ἐψηφίσθη τὰ ὑποτεταγμένα Ἐπειδὴ [ἐν τ]οῖς
πάλαι χρόνοις

5 ἐν τῇ τελωνικῇ νόμῳ πλείστα τῶν ὑπὸ τελῶν οὐκ ἀνελήμφθη ἔπρασ[σον]
 δ[ὲ] ἔκ συναθείας ἐν-
 γραφομένου τῇ μισθώσει τὸν τελωνεῦντα τὴν πρᾶξιν ποιῆσθαι ἀκολουθῶς
 τῷ νόμῳ καὶ τῇ
 συναθείᾳ συνέβαινε δὲ πλειστάκις περὶ τούτου ζητήσεως γένεσθ[αι μετ]αξὺ
 τῶν ἐνπόρων
 πρὸς τοὺς τελῶνας δεδῶχθαι τοὺς ἐνεστῶτας ἄρχοντας κα[ὶ] δεκαπ[ρ]ώτους
 διακρίνοντας
 τὰ μὴ ἀνελημμένα τῷ νόμῳ ἐνγράψαι τῇ ἐγγίστα μισθώσει καὶ ὑποτάξαι
 ἐκάστῳ εἶδει τὸ
 10 ἐκ συναθείας τέλος καὶ ἐπειδιὰν κυρωθῇ τῷ μισθουμένῳ ἐνγραφῆναι μετὰ
 τοῦ πρώτου νό-
 μου στήλῃ λιδίνῃ τῇ οὔσῃ ἀντικρὺς ἱ[εροῦ] λεγομένου Ῥαβασείρῃ [ἐπι]μελεῖσθαι
 δὲ τοὺς τυγχά-
 νοντας κατὰ καιρὸν ἄρχοντας καὶ δεκαπρώτους καὶ συνδίκους[us] μηδὲν παρα-
 πράσσειν
 τὸν μισθούμενον

1 דגמא די בולא בירח ניסן יוס — IIIY — IIII שנת IIIY33 — IIII שנת IIIY33
 בונא בר חירן וגרמטיא די אלכסדר בר אלכסדר בר פלפס גרמטיס די בולא
 15 ודמס וארכניא
 מלכו בר עלי בר מקימו וזבידא בר נשא כד הות בולא כנישא מן נמוסא אשת
 מדי כתיב מן לחת בידל די בזבניא קדמיא בנמוסא די מכסא עבידן שגן חיבן
 5 מכסא לא אסקר והווי מתגבין מן עידא במדען די הוא מתסב באנריא די
 מכסא והוא גבא חק בנמוסא ובעידא ומטל כות זבנין שגן על צבוחא אן
 סרב: [י]ן הווי ביני חגרא לבני מכסיא אחזוי לבילא די ארכניא אן ולעשתא
 20 די יבן: [י]ן מדעס די לא מסק בנמוסא ויכתב בשטר אנריא קדחא ויכתב למדעס
 מדעמא מכסה די מן עידא ומדי אשר לאנורא וכתב עם נמוסא קדמיא בגללא
 10 די לקבל היכלא די רבאסירא ויהוא מבטל לארכניא די הון בזבן זבן ועשתא
 וסדקיא די לא יהוא גבא אנורא מן אנש מדעס יתיר
 25 γόμος καὶ ῥηκὸς παντὸς γένους τεσσάρων γόμων καμηλικῶν τέ-
 λος ἐπράχθη τινὸν די גמלין לארבע טענין די כל מא גס כלל
 מכסא גבי

Anmerkungen zum aramäischen Texte.

Z. 2. 3. Das n. pr. **בונא** *Bownéhs* kommt in Palmyrenischen Inschriften auch sonst vor z. B. Vog. 3, 2. Mo. 3, 4. 4b;¹ ebenso die

¹ Im Folgenden bedeutet Vog. die von Vogüé in seinem Werke *Inscriptions Sémitiques. I. partie*. Paris 1868 p. 5—88 herausgegebenen Palmyrenischen Inschriften. Mit Mo. bezeichne ich die von MORDTMANN (Neue Beiträge zur Kunde Palmyra's) in den Sitzungsberichten der Münchener k. Akademie der Wissenschaften 1875 Band II. Supplementheft III veröffentlichten, bisher nicht edierten Palmyrenischen Inschriften.

nm. pr. *Αἰδάνης*, מלכי *Málxos Málxos*, מְקִימִי *Méqumosi*, נסא *Nesā*: dagegen begegnet der Name *עלִי 'Ολαίης* (Deminutiv von *עלִי* arab. *علي*?) meines Wissens hier zum ersten Male.

Z. 3. *אשרה* 3 fem. sing. Aph. von *שָׂר* *šār*.

Z. 5. *אסקי* ich lese *אסקי* als 3. pl. Aph. von *סלֵק* „weil man nicht auführte“. — *מתחבֵן* part. Ethpe. von *גבא* „einsammeln, eintreiben, Zoll erheben“: im Griech. entspricht *πράσσειν*: auch im Arab. bedeutet *جبا* *collegit tributum*. Die heutigen Türken verstehen unter *Dschabi* (*جباي*) einen Steuereinnahmer, speciell einen Einsammler von *Vakfiabgaben*. — *מתחבֵן די היא במדקן* wörtlich in Kenntniss dessen, was geschrieben ist (*vu qu'il a été écrit*). *מדקן* ist eine Weiterbildung von *מִדֵּת* syr. *ܡܕܬܐ* (W. *ידע*) Kenntniss. — *אגריא* griech. *ἡ μίσθωσις* „Pachtcontract“ vergl. *אגריא* Z. 9 *ὁ μισθούμενος*, der Zollpächter.

Z. 6. *גבא* ist hier substantivisch zu nehmen und mit „Zollerhebung, Verzollung“ zu übersetzen.

מטלות »deshalb«, wie in der Inschrift Vog. 15, 6. vergl. Nöldeke, ZDMG. XXIV. 102.

Z. 7. *אחתיו לביא די ארכוניה אֵלן ונשרתא די*. Die Construction des Satzes ist auffallend. Nach dem griech. Text sollte man erwarten: *אחתיו לביא די ארכוניה אֵלן ונשרתא יבנין* »der Senat beschloss, dass die gegenwärtigen (d. h. die zur Zeit im Amte befindlichen) Archonten und Dekaproten« u. s. w. Statt dessen steht *אֵלן די ארכוניה* zu *ביא* im Genitivverhältniss und das folgende, dem Sinne nach offenbar mit *ארכוניה* coordinirte Wort *נשרתא* ist durch Vorsetzung der Präposition *ל* mit *ביא* coordinirt! So entsteht der ungereimte Satz: »der Senat dieser Archonten und die Dekaproten beschlossen, dass —«. Der Redactor ist hier offenbar aus der Construction gefallen.

Z. 8. Die Verbalformen bieten grosse Schwierigkeiten, obgleich der Sinn nach dem griechischen Texte nicht zweifelhaft sein kann. Von dem zweiten Wort der Zeile sind der dritte und vierte Buchstabe auf dem Steine nicht mehr deutlich: *יב.ן*, nach den auf dem Abklatsch und der Photographie noch sichtbaren Spuren dieser Buchstaben zu urtheilen, lautete das Wort *יבנין*, doch ist auch die Lesung *יבנין* möglich. Nach dem entsprechenden *διακρίνοντας* kann es kaum zweifelhaft sein, dass wir es mit einer Form des V. *בין* in der Bedeutung »klar machen, anmerken, notiren« zu thun haben; vielleicht *יבנין* (3. pl. Aph.) zu lesen und der Ausfall des *י* auf ein Versehen des Steinbauers zurückzuführen. Die beiden folgenden durch *י* copul. angeknüpften Imperfectformen *יכתב* sind wahrscheinlich als hebräisch geformte Passiva (*יכתב*) zu lesen, da eine defectiv geschriebene Pluralform (*יכתבו*) kaum denkbar ist. Jedenfalls steht jetzt fest, dass die

Imperfectformen der 3. Person im palmyrenischen Dialekt mit *ʾ* und nicht mit *ʕ* anlauteten.

שָׂרָא die Zehnmänner (δεκάπρωτοι), mit femininer Pluralbildung, wie aram. אֲבִיחָא.

περ] »aufgeführt«, ἀνειλημμένος (Z. 9), ist als part. pass. des Aphel
περ zu nehmen.

Z. 9. מִכְסָּה] das ה ist das Possessivsuffix der 3. Pers. Sing. (s. NÜLDEKE, ZDMG. XXIV. 98); vergl. כֶּלֶה I, 13, תְּהוֹמִיָּה IIb 15.

»und nachdem es (Subject ist מִדֵּנָה) vom Zollpächter bestätigt, genehmigt ist«, καὶ ἐπεὶ δὲ καὶ ὁ ἄρχων τῶν μισθουμένων.

יִרְכַּב = מַנְדִּי, arab. مَنْدِي. — Statt des folgenden יִרְכַּב erwartet man יִרְכַּב (als Passivform; griech. ἐντολὰς φέρειν): ich vermute, dass יִרְכַּב irrtümlich statt יִרְכַּב geschrieben ist. — אֶבֶן גָּדֹל ein grosser Quaderstein, vergl. אֶבֶן גָּדֹל Ezra 5, 8. 6, 4.

Z. 10. לִי יְהוָה מִבְּטָל = griech. ἐπιμελίσθαι. מִבְּטָל ist ein part. pass. und mit der hier gebrauchten Wendung ist ^אעֲלֵי ^אעֲלֵי curae est mihi zu vergleichen. — יְהוָה = syr. ܝܗܘܐ »welche« (ii qui).

Auf das Decret des Senats folgt noch die allgemeine Bemerkung, gleichfalls in bilinguer Fassung, dass bei der Waarenverzollung eine Wagenlast gleich vier Kameellasten gerechnet wird. Man vermisst hier eine analoge Angabe über das Verhältniss der Eselslast (טקון חמור *gónos onósos*), die im Tarif mehrmals als Gewichtseinheit vorkommt, zur Kameellast. נָבִי ist part. pass. und entspricht dem ἐπαχθεῖ; zu ergänzen ist יָהִי.

Feld II.

Über den oberen Rand dieses Feldes liefen zwei Zeilen griechischer Schrift, welche die Überschrift zu dem Zolltarif bildeten und von denen nur noch folgende Buchstaben erhalten sind:

.....ΚΟΥ ΥΙΟΟΥ

.....ΑΤΟΥΤΟΓΓΠΑΤΡΟΣΠΑΤΡΙΔΟΣΥΠΑΤ

DE VOGÜE liest zu Anfang der zweiten Zeile στρατηγος τὸ γ'. Den zweiten Buchstaben könnte man allerdings statt Τ auch Γ lesen, aber der vorhergehende Buchstabe ist auf dem ERTING'schen Abklatsch ein deutliches Α (der Haken zwischen Α und Τ ist kein Buchstabe, sondern eine zufällige Schramme im Stein).

Die entsprechende aramäische Überschrift steht unter der griechischen und zwar innerhalb der Umrahmung des Feldes. Sie besteht nur aus einer Zeile und lautet, soweit sie erhalten ist:

מִרְסָא דִּי מַכְסָא דִּי הַדְרִינָא תַדְמֹר [דִּי עִינְחָא דִּי מִיָּא קִיסָר
»Zollgesetz betreffend die Waaren von Hadriana Tadmor und die Wasserquellen Kaiser.«

Von **לִמְנָא** versucht DE VOGÜÉ keine Deutung und lässt sie unübersetzt. Mir scheint nur eine Erklärung möglich: **מִנָּא** als plur. emph. von **מִן מָאן** **מִן** aufzufassen in dem allgemeinen Sinn von »Waare, Handelsartikel«.¹ Es begegnet noch ein paar Mal in der Inschrift, nämlich a 48, a 49. b 2 und c 34 in der Verbindung **מִן מִן דִּי טַקְלָא**; doch liegt es näher, an diesen Stellen **מִן** in der Bedeutung »Geräth (supellex)« zu nehmen.

Es folgt nun in drei Columnen (a, b, c) der eigentliche Zolltarif in aramäischer Sprache. Ich gebe im Folgenden eine Transscription dieser drei Columnen in hebräischer Schrift, begleitet von einigen erklärenden Anmerkungen. Eingeklammerte Buchstaben sind ergänzt, sonstige Lücken sind durch Punkte auf der Linie angedeutet, in der Weise, dass die Anzahl der Punkte ungefähr die Anzahl der fehlenden Buchstaben anzeigt. Buchstaben, deren Lesung zweifelhaft erscheint, sind durch einen darunter gesetzten Punkt als solche gekennzeichnet.

Columnne a.

Dem Inhalt dieser Columnne entsprach im Griechischen Texte die erste Columnne und die dreissig ersten Zeilen der zweiten Columnne des Feldes III (also: Aram. II a 2—50 = Griech. III a + III b 2—31).

מִן מַעְלִי עֲלִימִיָּא דִּי מַתְאֲעִלִין לַחְדָּמֹר	2
אִי לַחְדָּמִי [ה] לְכָל רֵגֶל דִּי 113	3
מִן עֲלָם דִּי 11	4
מִן עֲלָם וְטָרָן דִּי לִיזְבָּן 11	5
וְהָן זְבוּנָא יֵן יִתָּן לְכָל רֵגֶל . .	6
הוּמָא טַעֲוִין גְּמֻלָּא דִּי יָבִי . .	7
לְמַעֲלָנָא דִּי טַעֲוִין גְּמֻלָּא דִּי . .	8
מ לִמְ 111	9
מִן [טַעֲוִין] חֲמֹרָא לְמַפְקָא	10

¹ [s. aber RUBENS DUVAL im Journ. As. Ser. VIII t. II p. 537 ff., welcher **לִמְנָא** als **λαμνῆ** (τοῦ τέλους λαμνῆς) erkennt]. D.

- 11 מן ... נא מלטא לכל מן[סח] ..
 12 ולמ[פק]נא אסרין IIY
 13 מן ט[עין] גמל [ד]י משחא בשימא
 14 מתאע[ל] ד Y3
 15 ולמא סא כנה
 16 למפקנ: ג[מל] לטעינא III
 17 מן טעין גמל די משחא בשימא
 18 בזקין[ן] די[ע]ז למעל[נא] ד III ולמפק[נא] ...
 19 מן ט[עין] מש[חא]
 20 ב II ולמפקנא ד IIY
 21 מן טעין חמ[ר] די משחא .. מדי
 22 יחאעל בזקין[ן] למ[פקנא] ד IIY
 23 מן ט[עין] די מש[חא] די בזקין[ן] ארב[עא]
 24 די עז [ל]מעל[נא] טעין ג[מל]א ד III!!
 25 ולמפקנא ד ..
 26 מן ט[עין] די מ[שחא] די [בז]קין תרתן די עז
 27 למעל[ן] א .. גמלא ד ... ולמפקנא ד ...
 28 מן ט[עין] חמר די משח למע[לנא] ד IIY ולפקנא [ד] ...
 29 מן טעין דהנא די בזקין א[רבעא] די עז די
 30 טעין גמל מעלנא ד III ולמפקנא ד III
 31 מן טעין דהנא די בזקין תרתן די עז
 32 לטעין גמל למעלנא ד IIY ולמ[פקנא] ד IIY
 33 מן טעין [דה]נא די חמר למעלנא IIY.
 34 מן טעין [ינ]א מליחיא לטעינא די
 35 רומן מפס מנהין
 36 א לטעינא די גמלא למ
 37 א די טעין חמרא למעל[נא]
 38 לא יגבא מכס[א] ד III
 39 יא ד .. י. ברא
 40 במן אמ
 41 אס[רין] II
 42 אמריא למע[לנא] [רשא] חד אסרא חד
 43 מן [טעין]נא גמלא א II
 44 מן א רבא א[סרין] II
 45 מן די בזקין
 46 א ממן די יה[וא] מזבן משחא
 47 בשימא אסרין ... אה יגבא מכסא מן איתא מן
 48 מן די שקלא דינר [א]י תיר דטרא [ח]ד מן א[י]חא
 49 ומן מן די שקלא אסרין חמניא
 50 יגבא אסרין חמניא

Z. 2. מכלי stat. constr. von מכלין, Part. Aph. von כל introductives. Vergl. b 31: מן די מכל רגלין. Das Ittaphal findet sich in derselben Zeile: מראעלין introducti mit Beibehaltung des Präformativs א der Aphel-form. Dieselbe Form kommt noch zwei Mal in der gleichen Schreibweise mit א vor, nämlich a 14 und c 21. Die Imperfectform יתאכל kommt zwei Mal in der mittleren Columnne vor: b 7 und b 12, an letzterer Stelle in der Schreibung יתאכל, wo das zweite Jod wohl nur ein Schreibfehler ist. Die einfache Pealform begegnet c 17: כל די כלל לחשבן תנא »alles was eingeht in die Rechnung der Kaufleute«, wo כלל als Part. (כָּלַל) zu nehmen ist (nach Analogie der oben citirten Stelle b 31). — Dem על (inivit) steht gegenüber נפ (exiit), dessen Aphel נפא in der Bedeutung »hinausführen, exportiren« in unserer Inschrift häufig neben אכל begegnet z. B. נפא די b 44, part. act. נפא a 35, b 37, b 48, c 14, einmal auch נפא (c 13) geschrieben. — Die in der ersten und zweiten Columnne so häufig sich wiederholenden Ausdrücke מעלא und מפא sind Substantiva und bedeuten Import und Export (syr. ܡܥܠܐ, ܡܦܐ); im griech. Texte (Feld III) entsprechen die Worte εἰσφομισθέντος und ἐξαφομισθέντος.

עלמיא Slaven (vergl. hebr. עַלְמִיָּא arab. غلام adolescens). Plur. im stat. emph. von עלים, das in der Bedeutung Slave aus einer anderen Palmyrenischen Inschrift, Vog. 33 schon bekannt ist (nach NÖLDEKE in ZDMG. XXIV. 89 Anm. 1). Zu der Pluralendung אַּי vergl. NÖLDEKE Syrische Grammatik S. 46 und ZDMG. XXIV. 100. — Das Fem. עלמא »Sclavinnen« begegnet zweimal in der dritten Columnne (c 27. 28). — Zu Anfang von Z. 4 und 5 findet sich der Singular על (ohne י).

Z. 4. Der am Ende dieser Zeile in Ziffern ausgedrückte Zollsatz betrug 12 Denare (nicht 22. wie Vogüé angibt): das Zahlzeichen 12 ist auf dem Abklatsch ganz deutlich erkennbar.

Z. 5. לזבן. Ob das ל, nach arabischem Sprachgebrauch, zum Imperfect zu ziehen ist (damit er verkaufe, um zu verkaufen) oder ob es als Schlussbuchstabe zum vorhergehenden Worte gehörte, bleibt unentschieden. Die Form לזבן kommt noch an zwei Stellen vor: b 7 und c 35. — זבנא (Z. 6) »Kauf, Verkauf«. הן = syr. ܗܢ pron. demonstr. Über עלס וסן s. unten zu b 34.

Z. 10. טנן חמרא ist hier nicht eine Last Wein (wie b 10 = γόμου αἰνικοῦ III b 42), sondern eine Eselslast γόμος ὀνικός, wie auch die entsprechende Stelle des griech. Textes (III a 14 ΓΟΜΟΥΝΙΚ[ΟΥ] vergl. III a 29). Ebenso bedeutet an den Stellen a 21 (wo im griech. Texte γόμου ὀνικοῦ entspricht), 28, 33 und 37 חמר Esel (حمار), nicht Wein (خمر).

Z. 11. מלא = griech. μελωτή Schaffell. Im griech. Texte entspricht die Stelle III a 16 πορφυρᾶς μελωτῆς. Das vorhergehende Wort ist undeutlich; Vogüé liest es פ[רפ]ר = πορφυρᾶ, was nicht angeht,

da der vorletzte Buchstabe sich auf dem Abklatsch als ein deutliches Nun darstellt.

Z. 13. **משה בשמא** »süßes Öl« d. h. wohlriechendes Salböl, griech. *μύρον* (III a 19).

Z. 15. **... ולמא** »und für hundert(?)«, dann folgt eine Lücke von acht bis neun Buchstaben, und den Schluss der Zeile bildeten die Buchstaben **סאכנה**... oder **כאכנה**... Vogüé liest die drei letzten Zeichen **דנה**, aber das erste derselben hat einen unten gebogenen Schaft: **u**.

Z. 23. **משה**, ohne den Zusatz **בשימא**, ist gewöhnliches Olivenöl, das in Lasten zu zwei oder vier Ziegenschläuchen eingeführt wurde. Dem **משה די טען** Z. 23 und 26 entspricht im griech. Texte (III a 32. 36) *γόμεν ἐλαιῶν, γόμεν ἐλεγκῶν*. — **בוקין ארבעא די עז** (Z. 23) = griech. (ἐν ἀσκάῳ τέσσαρ)σι αἰγείοις III a 32—33 und **בוקין חרות די עז** Z. 26. 31) = griech. ἐν (ἀσκά)ῳ δυ(σι) αἰγείοις III a 36—37, (ἐν) ἀσκάῳ δυ(σι) αἰγείοις.

Z. 29. **דחא** Fett, Schmalz (arab. *دحى*), kommt im Folgenden noch zwei Mal (Z. 31. 33) vor.

Zu Zeile 33—41 fehlt die Controle des griech. Textes gänzlich, da dieser hier eine grosse Lücke (III b 1—21) bietet. Vor **מליחא** »gesalzen« Z. 34 ergänze ich **נינא** »Fische«: das **א** vor dem **מ** ist noch vorhanden, die Lücke zwischen dem **א** und **טען** bietet gerade den nöthigen Raum für die drei Buchstaben **נינא**.

Z. 38. **לא יגבא**, nicht **נא**... wie Vogüé liest.

Z. 42. **אמרנא** »Lämmer« griech. *Σπρίμματα*¹, wozu auch das folgende **רשא** »per Kopf«. Das **ר** vor **ש** fehlt in Vogüé's Transscription, ist aber auf Euting's Abklatsch ganz deutlich zu lesen. — Der Plural **אמרנא** gebildet wie **עלימנא** (Z. 2).

Z. 47. 48. **ארתא**. Ich wage keine Erklärung dieses schwierigen Wortes. Vogüé übersetzt es mit »Frau«, indem er es vermuthlich mit dem aus palmyrenischen Grabschriften bekannten Worte **ארתא** uxor in Zusammenhang bringt(?), und denkt hier sonderbarer Weise an Hetären (s. Journ. As., I. c., p. 176—177). Ich möchte in dem Worte, dem Zusammenhange nach, lieber die Bezeichnung eines bestimmten Quantums oder Maasses suchen. — Das letzte Wort von Z. 47 **מן** gehört dem Sinne nach zur folgenden Zeile **מן די שקלא דינר |אי| דינר** »von einem Geräth (?), dessen Gewicht einen Dinar oder mehr beträgt, (wird Zoll entrichtet) ein Denar von ...«. Es scheint, dass **דינר** und **אשר** in Z. 48—50 in verschiedener Bedeutung gebraucht

¹ In der entsprechenden griechischen Stelle (III b 22) stand. [ἐκείνου Σπρίμματος, wo Vogüé fälschlich [α]όμματος liest. Statt **אמרנא** liest er **דינא**... und übersetzt »modius«.

ist, je nachdem das Wort eine Gewichts- oder eine Münzeinheit bezeichnet (*für ein Geräth, das 8 As wiegt, — 8 As^a). Die Schreibung דִּיט mit י ist vielleicht absichtlich gewählt, um das Wort von דֶּנַר, Denar als Geldstück, zu unterscheiden. — Über מן Geräth s. oben S. 424.

Columnne b.

Im griechischen Texte entsprach dieser Columnne das letzte Drittel (Z. 32—46) der zweiten, die ganze dritte Columnne des Feldes II und die ersten beiden Drittel (Z. 1—38) der ersten Columnne des Feldes IV (also Aram. II b = Griech. III b 32—46 + III c + IV a 1—38).

ומן מן די שקל[א] אסר[ין] שחא	2
יגבא אסרין [IV]	3
אך יגבא יח פטפל[א]	4
הין עדחא	5
[בכל] יר[חא]מן חנחא ד	6
... [מ]שך די יחאעל או יזבן למשכא אסרין II	7
... ימנחיא די הפכין במדיחא יהן מוט מכסא	8
[לחש]מיש עינן חרתן די מ[ר] די במדיחא ד IIIY	9
[יג]בא מכסא לטעינא די חטא וחמרא וחבנא	10
[יכ]ל מדרי דמא [כ]ל גמל לארע חדא ד	11
לגמלא כדרי יחאעל סרוק יגבא ד	12
היד [דר] גבא[ן] קלקוס בר חרי קיסר	13
. א די [ת]דמר ועינחא די מיא	14
. [ב]מד[חא] ותחומיה היך	15
... יא . אגר קדם מרינס היגמונא	16
... טעון די גמל מעלן ד III ומפקן ד IIII	17
... א וכל משך למעלנא ד IIII ולמפקנא ד IIII	18
... יגב[א] גגסיא כלהון היך די כתיב מן לעל	19
... ט א . אסרא חד למדיא די קסטון	20
עשר ר מא די יחבעא יתן לתשמישא	21
... לא לכלמדאמ . ק דנה ססטרטין IIII	22
... יהוא לה מלח כ מאך .	23
ת יכילנה ל א . ימ . א . אסרא חד	24
... קי היגמונא	25
... לבן מכ בני תדמריא י	26
... מס מכס[מס] קי[סר] א	27
חיב לא הוא סא בא	28
אלקמס וחת נמוסא . פרע מכ[סא]	29

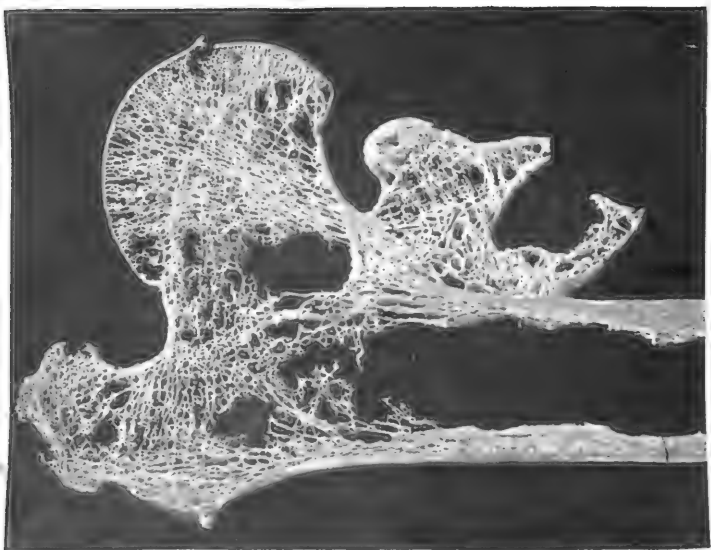


Fig. 1

JULIUS WOLFF: Das Gesetz der Transformation der inneren Architektur der Knochen bei pathologischen Veränderungen

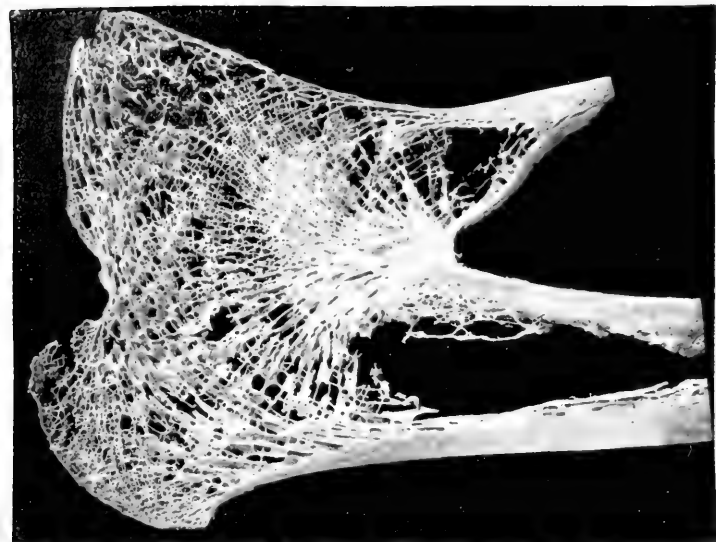


Fig. 2

משינת 30	אדיר . . . יהוא
פרע למכסא מן די מעל רגלין לחדמ[ר]	31
[א] לחחומיה ומפק לכל רגלי	32
פקיפרע למכ[סא]	33
די . . . [על] וסדן	34
לכל . . . מיא דנה	35
הו ד ר ומפק[נא]	36
מן די מפק עלם וסדן	37
חשבן כת[יב בנמוסא]	38
פרע ד IIIY	39
פק . . . לא כתיב בדיל [די]	40
מדעם לא . . . איב	41
לא דמיא ס	42
ומעלן מכ ב	43
ודי עמרא א די אפק	44
חדמ[ר] . . . [כסא . . . פרעא תהוי] א עמרא	45
די א מכסא למפקנא בחר	46
כות הוו ספ[ון] . . . לא . מדא איטליק[א]	47
יהוא פרע למפקא	48
משחא ב[שימא די ב] זקין די עז יהוא מכסא	49
בדיל די בטעין די	50

Z. 2. 3. Am Ende von Z. 2 ist hinter אסרין nach dem griech. Texte (III b 32: ἀσσάρια ἕξ) שחא sechs zu ergänzen, und am Ende von Z. 3 das Zahlzeichen IV entsprechend dem ACC₅ des griech. Textes.

Z. 4. פטפל[א] oder פטפל[יא] ist das griech. Wort παντοπωλεία; es war hier von Schusterläden die Rede, wie die entsprechende Stelle im griechischen Texte (III b 34 παντοπωλείων σκυτικῶν) lehrt.

Z. 5. היך עדחא = ἐκ συνηθείας III b 35. Das Wort עדחא (= arab. سلة) kommt weiter unten (c 9) nochmals in derselben Verbindung vor, während im Decret selbst und an der Stelle c 38 des Tarifs dafür die Form עידא = syr. حُمْمٌ gebraucht ist.

Z. 7—13. Diesem Passus entspricht im griech. Originale ein längeres zusammenhängendes Stück (III b 37—46) ohne wesentliche Lücken, welches ich zur Vergleichung hierher setze:

III b. 37	παρὰ τῶν δέρματα εἰσκομιζόν[των ἢ πω.]
38	λύντων ἐκάστου δέρματος ἀσσά[ρια δύο]
39	ὁμοίως ἱματιοπῶλαι μεταβόλοι πωλ[οῦν-]
40	τες ἐν τῇ πόλει τῷ δημοσίῳ τὸ ἰκανὸν τ[έλος]
41	χρήσεις πηγῶν . β . ἐκάστου ἔτους ΧΩ

- 42 |ὁ αὐ]τὸς [πράξ]ει γόμευ πυρικοῦ ἐνικοῦ ἀγύ-
 43 ρων καὶ τοιούτου γένους ἐκάστου γόμευ
 44 καμηλικῶ καὶ ὁδὸν ἐκάστην * \bar{A}
 45 καμήλου ὅς κενὸς εἰσάχθῃ πράξῃ * \bar{A}
 46 καθὼς Κίλιξ Καίσαρος ἀπελεύθερος ἔπραξεν.

Z. 8. ימנא (nicht יתנא wie Vogé liest) = *ἰατία* oder *ἰματιπῶλαι* Kleiderhändler. — יתנא Tauschhändler, Trödler (von יתן), entspricht dem μεταβόλοι (= μεταβολεῖς).

יה. Dieses Wort, noch einmal in c 20, vielleicht unorthographisch geschrieben für die Verbalform יהן (jehôn); doch ist mir der Zusammenhang unklar. Das folgende Wort מיר muss dem *ἰκανόν* des griech. Textes (Z. 40) entsprechen, vielleicht von einer Wurzel מיר (= מיר), mit dem Begriff des Ausreichens, Genügens, abzuleiten.

Der Sinn des Satzes scheint zu sein, dass die Händler mit Kleidungsstücken eine der Ausdehnung ihres Geschäfts und der Grösse des Umsatzes entsprechende, proportionelle Abgabe entrichten sollten, über deren Höhe sich Zollpächter und Händler in jedem einzelnen Falle zu verständigen hatten.

Z. 9. תשמיט »Benutzung, Gebrauch« = griech. *χρησις*. Das Wort kommt weiter unten (Z. 21) nochmals vor. — Die Worte ἐκάστου ἑτους (Z. 41 des griech. T.) sind im Aramäischen unübersetzt geblieben. — Das jährliche Abonnement für Benutzung der beiden Wasserquellen der Stadt (עין הרהן די מי די במדיחא) betrug 800 Denare. Die Höhe dieser Summe beweist, wie sehr das Trinkwasser, selbst zur grössten Blütezeit der Stadt, in Palmyra geschätzt wurde.

Z. 11. לארה חרא = καὶ ὁδὸν ἐκάστην »für jede Reise«.

Z. 13. בר חרי = ἀπελεύθερος »der Freigelassene« vergl. darüber SACHAU in ZDMG. XXXV, 738.

Z. 14. תדמר. Abweichend von der in Palmyrenischen Inschriften sonst üblichen Schreibweise תדמור wird der Name Tadmor in unserer Inschrift immer defective geschrieben. Dies stimmt zu der heutigen arabischen Schreibweise تدمر.

Z. 16. אגר קדם מרינס היגמנא [די] יא Ich übersetze: »die welche pachtete vordem Marinus der Hegemon«. Vielleicht ging [מכס], die Zölle, vorher. Im griech. Texte ist die entsprechende Stelle nicht mehr vorhanden, sie stand in der grossen Lücke, welche sich über die ganze obere Hälfte der dritten Columnne des Feldes III erstreckt.

Z. 20. קסטון ist vielleicht ein Ortsname (»für den Modius von Qastûn«). Vogé will hier די קסטון δικαστήριον lesen, aber der vorletzte Buchstabe ist auf dem Abklatsch ein deutliches ך.

Z. 21. **דַּר** [י] **תבטא**. Diese Lesung ist nicht ganz sicher, da sie nur auf der Photographie beruht. Der Abklatsch zeigt bei dieser Buchstabengruppe nur ganz unbestimmte Umrisse.

Z. 22. **ססטרטין** Sestertien.

Z. 22. **מדה** ist hier, wie Z. 24 und 47, wol = mudd arab. **مَدَّة**, ein Hohlmaass (Scheffel) zu nehmen; wenigstens wird dies durch den Zusatz **איטליקא** in Z. 47 wahrscheinlich gemacht. Auch **יכילנה** (Z. 24), das ich jekilūneh (sie messen es) lese, würde hierzu gut passen.

Z. 24. Das **ל** nach **יכילנה** würde, bei obiger Deutung, nach aramäischem Sprachgebrauch das Object aufnehmen.

Z. 25. Vor **היגמורא** stand ein n. pr., von welchem nur noch zwei Buchstaben **קי** deutlich sind: nach den Spuren auf der Photographie stand hier der Name Kilix **קלקיס** wie Z. 13.

Z. 26. **בני תדמריא** »die Palmyrener«.

Z. 27. **קס מכסמס קי** [סר] . . . -eus Maximus Caesar. Der Buchstabe vor dem ersten **ס** kann ein **מ** oder ein **ק** gewesen sein.

Z. 31. **פרע** [מ] **כסא** »er bezahlt an den Zollpächter«. **פרע** (ܦܪܥ) kommt noch einige Male in der Inschrift (b 33. 38. 45. 48. c 31) in gleicher Bedeutung vor. Man vergleiche **παράσχισται** III c 47.

Z. 34. **רטרן** [ל] **רטרן**. So ist nach Z. 37 zu ergänzen. Derselbe Ausdruck kommt noch ein drittes Mal im Anfang der ersten Columne (a 5) vor. **רטרן** ist offenbar ein Fremdwort: vielleicht veteranus. Unter einem Veteran-Sclaven ist, vermuthet ich, ein ausgelernerter, zu bestimmter Arbeit oder Fertigkeit abgerichteter Slave zu verstehen, der höher im Preise stand als ein Anfänger, ein noch unausgebildeter Slave (ein tiro).

Z. 36. Das Zahlzeichen in der Mitte der Zeile ist dasjenige für 10. Vogüé liest hier 12, doch ist hinter dem Zeichen für 10 nichts von zwei Strichen zu bemerken. Am Ende der Zeile stehen allerdings zwei parallele Striche, die aber nach dem Abklatsch zu **IIY** zu ergänzen sein dürften.

Z. 44. **כמרא** (ܟܡܪܐ) Wolle. Im griech. Text entspricht IV a 27 **ἐρίων**.

Z. 46. Das letzte Wort der Zeile ist **בחר** (nicht **בהר** wie Vogüé liest) = **כְּאַחֵר** »später«. Den Worten **בחר למכסא** entsprach im griech. Texte der Passus IV a 34: **ἐξἄλ[υ]τ[ω]ν π[ρ]όσ[θ]ε[τι]ς ὑ[π]ο[σ]τ[ε]λ[ε]τ[ε]ς**.

Z. 47. **ספון** **הוא** **הוא** **ספון** = **ὡς ἦν ἡμεῖς** IV a 35. Das Wort **ספון** verbunden mit **הוא** drückt das griech. Verbum **συμφωνεῖν** aus. Vergl. **ספון** **הוא** in c 15 und 46. Über den Terminus **ספון** **הוא** im Talmudischen Rechte s. ZDMG. XXXV. 727.

Z. 50. Die Columne 2 bricht mit den Worten **בטען די** mitten im Satze ab; der Schluss des Satzes muss in der ersten Zeile der dritten Columne gesucht werden, wie die Vergleichung des griech.

Textes lehrt. Es entsprechen nämlich die vier Zeilen b 49, 50 und c 2, 3 des aram. Textes den vier Zeilen IV a 37—40 (μύρον τοῦ ἐν ἀσχοῖς bis τέτανται) des griech. Textes.

Columnne c.

Der Inhalt dieser Columnne entspricht dem letzten Drittel (Z. 39—57) der ersten Columnne des Feldes IV und der ganzen zweiten Columnne desselben Feldes des griech. Textes (also Aram. IIc = Griech. IVa 39—57 und IV b).

כתב די טעא מכס	2
.... שו במוסא רציפא ד	3
מכסא די קצבא אפי ד: [ר] חוב	4
למחשבו היך די אף גרמנ קוסקיסר	5
באנרחא די כתב לסטטילס פשק די	6
הא כשר די . . למכסא אפי אסר איטלק [ן]	7
גבן ומדי [ן] מן דער חוב מכסא היך	8
עדחא ע[ר]פן יהא גבא	9
פגרינ די משחדן מכס לא חיבין	10
לטעמחא די במוסא לטעינא אקימת	11
די יהוא [מתגב]א דער	12
מדי יהוא מ[על] . . בר מן תחומא או מאפק	13
מן די מפק ל[קר]יא [או מ]על מן קריא	14
מכס לא חוב היך די אף הור ספון	15
אסטרביליא ומדי דמא להון אתחזי די	16
לכל די עלל לחשבן תגרא יהוא מכסא	17
היך ליביש היך די הוא אף במדינתא	18
אחרניתא	19
גמליא הן טעינן והן סריקין יהן	20
מתעלין בר מן תחומא חוב כל	21
גמל דער היך במוסא והיך די אשר	22
קרבולן כשירא באנרחא די כתב לברברס	23
על כל דילמל . . פאנן כפר ודי מכס	24
לא גבן } . . . א . . דתא אתחזי די יהון	25
יהבין מכ[סא] בדיל די אית בהון תגרא	26
מכסא די עלימחא היך די נמוסא מוחא פשקת	27
הו מכסא יג . . . א מן עלימחא די שקלן דער	28
או יתיר לא י . . . ם והן חסיר תהוה שקלא	29
מדי הן שקל[א] . . מן צלמי נחשא אדרטיא	30
אתחזי די יתגב[ין] היך . . שא ויהוא פרע צלם	31

בפלג ר . . . ין וצלמין . . טען \mathcal{C} על מלחא	32
קשט . . [א]תחזי לי די באחר די דמס תהוא	33
מתזבנא ב[א]תר די מתכנשין ומן מן חדמריא	34
יזבן לחשבנה יהוא יהב למדיא אסר איטלקן	35
היך בנמוסא ואק מכסא [מ]לחא די הווא	36
בתדמר היך בה אפי אסר יהוא	37
מתקבל ול . . . א יהוא מ[ז]בן היך עידא	38
די א די ארונא בד[יל] די	39
ארבעא ופלג	40
מ לכין ב ית וחוטא	41
ר די יהוא	42
א יהוא מתנבא	43
מכסא היך די נמ[וסא] . . . על \mathcal{C} למעלן שלחא	44
אסרין II אשב בא ולממפקא	45
לטעניא [א]ה הור ספין	46
ענאת ופ א מן תחומא אק הן	47
א מכסא חיב או הן לגומן	48
אעל למדיחא למגז מכס לא חיב	49
מ [ח]תחא ומן די היך יהון הון	50

Z. 51 (Schlusszeile der Inschrift, auf dem unteren Rande der Einrahmung).

ספין [ע]ם מכסא א היך בנמוסא דנר יהוא מכסא
לא יהוא מתנבא אלא ל די יהוא מתעל מתדמר אן יחבא
מכסא יהוא

Z. 2 כתב די טעא. Der Zusammenhang mit dem Vorigen ist, wegen der schlechten Erhaltung der Inschrift an dieser Stelle sowohl als am Schluss der vorigen Columnne, nicht mehr festzustellen. Wenn man die Buchstaben THMA zu Anfang der 39. Zeile des entsprechenden griech. Passus zu ἀνάρτημα ergänzt, so würde טעא (تعا) die Übersetzung dieses Wortes sein.

Z. 3. Die vier Buchstaben am Schluss der Zeile, hinter בנמוסא, sind schwer zu deuten. Vogüé liest sie וריב, der letzte Buchstabe ist aber entschieden kein ב, sondern ein ר: die Rundung des Schaftes lässt hierüber keinen Zweifel zu. Die Vergleichung mit dem griech. Texte IV a 40: [ἐν τῷ] ἐσφραγισμένῳ νόμῳ τέταται lässt vermuthen, dass hier ein mit ἐσφραγισμένῳ synonymes Wort stand. In Ermangelung einer besseren Deutung lese ich רציף, eine Lesung, die vom paläographischen Standpunkt aus sich vollständig rechtfertigen lässt. Die Wurzel רצף bedeutet solidus, firmus fuit (vergl. arab. رصيف, firmum

et solidum negotium) und [א]פצא נמוסא könnte daher recht wohl ein »bekräftigtes, rechtskräftiges, besiegeltes Gesetz« sein.

Das folgende, von Z. 4 bis Z. 23, ist gut erhalten und lässt sich um so leichter entziffern, als auch der griech. Text an der entsprechenden Stelle (IV a 41—57) ein zusammenhängendes Ganze darbietet. Zur besseren Übersicht reproducire ich hier den griech. Text:

- 41 Τὸ τοῦ σφάκτρου τέλος εἰς δηνάριον ὑφείλει λογεύεσθαι]
καὶ Γερμανικοῦ Καίσαρος διὰ τῆς πρὸς Στατεῖλ[ιον ἐπισ-]
τολῆς διασαφῆσαντος ὅτι δεῖ πρὸς ἀσσάριον ἰτα[λικὸν]
τὰ τέλη λογεύεσθαι, τὸ δὲ ἐντὸς δηναρίου τέλο[ς ἐκ]
45 συνηδεία(ς) ὁ τελώνης πρὸς κέρμα πράξει, τῶ[ν σωμάτων]
διὰ τὸ νεκρμαῖα εἶναι ρειπτομένων τὸ τέλ[ος μὴ πράξει.]
Τῶν βρωτῶν τὸ κα(τά)τὸν νόμον τοῦ γόμου δην[άριον]
εἴσθιμι πράσσεσθαι ὅταν ἔξωθεν τῶν ὄρων εἰσ[άγῃται]
ἢ ἐξάγῃται. τοὺς δὲ εἰς χωρία ἢ ἀπὸ τῶν [χω-]
50 ρίων κατακομίζοντας ἀτελεῖς εἶναι ὡς καὶ συνεφώ-
νησεν αὐτοῖς. Κύνου καὶ τῶν ὁμοίων ἔδο-
ξεν ὅσα εἰς ἐμπορείαν φέρεται τὸ τέλος εἰς τὸ ξη-
ρὸ φόρτον ἀνάγεσθαι ὡς καὶ ἐν ταῖς λοιπαῖς γίνεται πόλεσι.
Καμήλων. ἐάν τε κεναὶ ἐάν τε ἔνγχοι εἰσάγωνται ἔξωθεν
55 τῶν ὄρων ὑφείλεται δηνάριον ἐκάστης κατὰ τὸν
νόμον ὡς καὶ Κουρθουλῶν ὁ κράτ[ιστ]ος ἐσημι-
ῶσατο ἐν τῇ πρὸς Βάρβαρον ἐπιστολῇ.

Z. 4—5. זבא די מנא די חוב למחשבו = τὸ τοῦ σφάκτρου τέλος εἰς δηνάριον ὑφείλει λογεύεσθαι, die Schlachtsteuer soll nach Denaren berechnet werden. Was bedeutet די זבא und das zweimal unten (Z. 7 und Z. 37) vorkommende analoge זבא די? Ich glaube, זבא ist ein adverbialer Ausdruck und wurde etwa wie ܕܒܝܢ gebraucht, um die Richtung, dann auch den Modus einer Handlung auszudrücken. In Verbindung mit די oder זבא bedeutet es so viel als im Französischen die Präposition à vor Preisbestimmungen: der Zoll soll berechnet werden à einen Denar (zu ergänzen ist wohl: für eine Last Fleisch oder für ein Stück Schlachtvieh). Betrug die Abgabe weniger als einen Denar, so wurde sie, auf Grund einer Verordnung des Germanicus Caesar, in Kleingeld (griech. κέρμα, aram. ערפן, von ערפ syr. ܥܪܦ arab. صرف wechseln), d. h. in As entrichtet. — למחשבוי Infinitiv mit ל wie im Syrischen. In dem Dialekt von Palmyra lauteten also die Infinitive auf -û aus, gerade wie im Schriftsyrischen.

Z. 5. די חוב = syr. ܕܡܕܝܢ sicut, quemadmodum.

Z. 7. די הא כשר = ὅτι δεῖ »dass es recht (schicklich) sei —«

Z. 8. נבין = נבין (part. Peil). Als Subject des Satzes nehme ich מכסיא die Zölle. Die defective Schreibung der Pluralendung ist auffällig, namentlich bei einer Nominalbildung von einem Verbum tertiae י; doch kommt sie unter gleichen Verhältnissen nochmals Z. 10 in dem Part. משתוך (= griech. *ῥιπτούμενα* Z. 46) vor. — גר מן דנר = ἐντὸς δηναρίου innerhalb eines Denar, d. h. weniger als ein Denar. גר (nicht דר, wie Vogüé liest) ist = syr. ܓܪ arab. جَو intra. Vergl. ܐܢܬܐ »innerhalb von —«, in dem Worte לגימין (c 48).

Z. 11. אקרימא = griech. *ἐἵστημι* (Z. 47). Ich schliesse mich der scharfsinnigen Erklärung Vogüé's an, wonach hier der aramäische Übersetzer ein redactionelles Versehen im griech. Original (nämlich die wörtliche Citation eines Passus aus dem Briefe des Germanicus) selavisch wiederholt hat. Derselbe Fall begegnet noch: c 27 פשקת »ich bestimme, befehle« und c 33 אצהוי לי »ich beschliesse, finde gut,« wo leider der griechische Text fehlt, wo es sich aber vermuthlich um wörtliche Auszüge aus dem Gesetze eines gewissen מוחא (*Mōχος*?) handelt. S. Vogüé, *Journ. Asiat.*, août-sept. 1883 p. 173.

Z. 13. מדי »wenn, sobald« wie in Zeile 9 des Decrets. — Die Lücke hinter dem מ enthält mindestens fünf Buchstaben und man könnte sie so ergänzen: מ[חאגל ב], doch ist eine passive Participialform hier, wegen des folgenden מאפק, unwahrscheinlich, man müsste denn auch letztere Form für ein part. passiv. Aphel nehmen.¹ — בר מן החומא kommt auch in Z. 21 vor und entspricht dem griech. ἔξωθεν τῶν ὁρῶν (Z. 48). Statt בר מן »ausserhalb von« sollte man eher מן בר »von ausserhalb« erwarten.

Z. 14. Mit dieser Zeile beginnt ein neuer Satz: »der, welcher nach den Dörfern (קריא) hinausführt oder aus den Dörfern (in die Stadt) hineinführt, ist keinen Zoll schuldig«. Die um Palmyra liegenden Dörfer wurden also zum Weichbilde der Stadt gerechnet und lagen innerhalb der Oetroi-Grenze.

Z. 16. אסטרביליא identificirt Vogüé mit dem griech. *στρόβιλος* Pinienzapfen, Zirbelnuss; auffällig ist es allerdings, dass im griech. Text nicht dieses letztere Wort, sondern *κῶνος* (Pinienzapfen eig. Kegel) gebraucht ist. Pinienkerne werden noch heutzutage in Syrien viel verzehrt. Der Tarif bestimmt: dass von diesen und ähnlichen Früchten (also z. B. Nüssen und Mandeln) der Zoll nach der trockenen Last (εἰς τὸ ξηρὸν φέρτον) berechnet werden soll. Wenn also diese Früchte in frischem Zustande, wo sie viel schwerer wiegen, auf den Markt gebracht wurden, so wurde bei Berechnung des Zolls ihr Gewicht

¹ Auf der Photographie glaube ich hinter ידא noch ein y zu erkennen; dies hat mich bestimmt מל als Activform zu lesen.

1.

huvzgxzzy

3.

xvzghzgh





II. Unedirte kleinere Inschriften.

(S. Tafel II.)

1. Diese Inschrift wurde im März 1883 von dem deutschen Viceconsul zu Damascus, Hrn. LÜTTICKE, entdeckt und copirt.

בירה אדר שנת
 300 קברא
 דנה די שלמן X
 בר תימרצו בר
 שכני די מן פח[ד]
 בני-מחבול

»Im Monat Adar des Jahres 320. Dies Grab ist das des Salmon Sohnes des Taimarso Sohnes des Sokai vom Stamme der Beni-Matthabol«. Die Inschrift ist datirt vom Jahre 320 der seleucidischen Aera, also vom Jahre 9 n. Chr., sie ist somit von den bisher bekannt gewordenen palmyrenischen Inschriften die älteste.¹ Am nächsten kommen ihr dem Alter nach die beiden vom Fürsten LAZAREW zugleich mit der grossen Bilinguis entdeckten und kürzlich von Hrn. DE VOGÜÉ im Journ. Asiat. (1883. févr.-mars p. 243) herausgegebenen zweisprachigen Inschriften aus den Jahren 328 (17 n. Chr.) und 321 (10 n. Chr.), welche sich ebenfalls auf zwei Personen aus dem Stamme der Beni-Matthabol (מבני מחבול) griech. *φυλῆς Μανθβαλειών*) beziehen. Der Name dieses Stammes war uns übrigens auch schon früher durch eine griechische Inschrift aus Palmyra (WADDINGTON, inscriptions de la Syrie no. 2579) als *φυλὴ Μανθβαλειών* bekannt. — Der Verstorbene Salmon, Sohn des Taimarso, ist wahrscheinlich dieselbe Persönlichkeit, welche in der Inschrift Vog. 49 als »Salmon Sohn des Taimarso« erwähnt wird; der Sohn dieses letzteren hiess nach V. 49 Sokai, trug also den Namen seines Urgrossvaters. Die vom Jahr 351 = 40 n. Chr. datirten Inschriften Vog. 33^a und 33^b beziehen sich auf die Bildnisse eines gewissen Kitloth, derselbe war ein Grossneffe unseres Salmon (s. die Stammtafel bei Vogüé, inscriptions sémitiques I. p. 45) und wir haben jetzt die Gewissheit, dass der Stammesname in V. 33^b nicht zu [זבר]ביל בני, sondern zu [מת]ביל בני zu ergänzen ist. — Die nn. pr. תימרצו (Θαιμάρσων) und שכני (Σοκαιοίς) sind sämmtlich schon bekannt. Das X hinter dem Namen שלמן kann nicht das christliche Symbol sein, da unsere Inschrift schon vom Jahre 9 n. Chr. datirt;

¹ Die von MORDTMANN (Neue Beiträge zur Kunde Palmyra's S. 36) herausgegebene Inschrift M. 1 ist wahrscheinlich einige Jahrzehnte später als 314 anzusetzen, da in MORDTMANN's Copie sich zwischen den Zahlzeichen für 300 und für 14 eine Lücke findet, welche vermuthlich zweimal das Zahlzeichen für 20 enthielt.

wir begegnen demselben Zeichen zwei Mal in der Inschrift Vog. 76 Über palmyr. 𐤓𐤓 = tribus s. Nöldeke in ZDMG. XIX. S. 639.

Die folgenden drei Inschriften (2. 3. 4.) verdanke ich Hrn. Vice-consul J. LOYTVED in Beirut, der mir seine Abklatsche mittheilte. Die Steine selbst befinden sich zu Damascus in Privatbesitz.

2. Höhe der Inschrift 37, Breite 37 Centimeter. Bilingue Inschrift vom August (Ἀύγουστος) des Jahres 548 = 237 n. Chr.; dem griech. Texte nach bezog sie sich auf die Renovirung eines Grabes durch zwei Brüder Julius Aurelius Au. . . . und Julius Hermeias. Vom griech. Texte sind elf Zeilen, vom aram. nur zwei Zeilen und vier Buchstaben der dritten Zeile erhalten:

..... υ κοινωνὸν
 το ἐν τῷ ἀναγα...
 ε τοῦ μνημείου[υ]...
 ν Ἰούλιον Ἑρμεῖαν ἀ-
 δελφὸν αὐτοῦ ὁ ἀμφό-
 τεροι οἰκοδομήσαντες
 ἀνενέωσαν ἐξ ἰδίων ἑαυ-
 τοῖς καὶ υἱοῖς καὶ υἰωνοῖς
 καὶ εἰς τεῖμην υἱῶν Μαε-
 νᾶ ἀδελφοῦ αὐτῶν μη-
 νὶ λῶω τοῦ ἡμῶν ἔτους
 יוליס אודלס ארטא חגי אה
 עני קברא דנה מ'
 דהי דהי
 ארטא

ארטא ist vermuthlich ein griech. oder röm. Name (Αὔτουχος?). Der Abklatsch ist mir leider nicht mehr zur Hand, um entscheiden zu können, ob die Lesung ארטא = ὑπατικός (consularis) möglich ist. In meiner nach dem Abklatsch angefertigten Copie ist der zweite Buchstabe ein entschiedenes 𐤓, auch sollte man nach der Inschrift Vog. 23 die Transscription הפטיקא erwarten. Der Name Μαενᾶς im griech. Texte ist das in palmyr. Texten (Vog. 37. 38. 39. 42. 43. etc.) häufig vorkommende n. pr. ܡܥܢܝ. Eine andere griech. Umschreibung desselben, nämlich Μανναῖος, findet sich in V. 37. — Zu חגי (Festivus) vergleiche man den palmyr. Namen ܡܥܢܝ Vog. 9. 61. 90. Mo. 13 und die biblischen Namen חגי und חגי. — Die Buchstaben דהי . . . in Z. 3 sind wahrscheinlich zu אהודי, sein Bruder (vergl. ἀδελφὸν αὐτοῦ Z. 5 des griech. Textes) zu ergänzen.

3. Höhe der Inschrift 13, Breite 16 Centimeter.

חבל אלהשא
 רבא בר מקימו
 זבדא אלהשא
 צעדי

4. Höhe der Inschrift 10, Breite 11 Centimeter. (Höhe des Steins 22 Centimeter.)

אחת מקימו
בר אלהשא
בר מקימו
צערי

Die Eigennamen dieser beiden Inschriften sind schon aus Vog. 70 bekannt und die Träger derselben sind vermutlich identisch mit den dort erwähnten Personen oder gehörten wenigstens der gleichen Familie an. Auf Grund unserer Inschrift No. 3 wird jetzt in Vog. 70 statt בידא בני-richtiger זבדא [ב]ר zu lesen sein, zumal Waddington's Copie gar kein Jod enthält (s. Vogt's J. S. I pl. V. no. 70). Die Namen אלהשא מקימו und צערי sind in V. 70 griechisch Ἐλασσῶ, Μοκείμου und Σεδεῖ wiedergegeben.

Die folgenden Inschriften No. 5—10 stehen unter Reliefbildnissen, die von dem türkischen Oberst Ahmed Bey (jetzt A. Pascha), welcher Seine Königliche Hoheit den Prinzen Friedrich Karl im März 1883 nach Palmyra begleitete, von dort nach Constantinopel gebracht wurden und jetzt im dortigen Kaiserlichen Museum aufbewahrt werden. Hr. Dr. Mordtmann jun. in Constantinopel hatte die Güte, mir seine im Museum genommenen Abklatsche zur Verfügung zu stellen, nach denen ich die Inschriften auf der beifolgenden Tafel copirt habe.

5. Höhe der Inschrift 12, Breite 14 Centimeter. Rechts neben der Inschrift weibliche Büste, 60 Centimeter hoch, 58 Centimeter breit.

שגל ברת
חנודי בר
מקימו חבל

Der Fraunname שגל ist schon aus Vog. 49. 56. 57. Mo. 18 bekannt, dagegen begegnet das n. pr. חנודי Chanudi (oder חנורי) hier zum ersten Male.

6. Höhe 30, Breite 15—18 Centimeter. Links von der Inschrift Büste mit Modius, 60 Centimeter hoch, 50 Centimeter breit, unten abgebrochen. Die Inschrift ist schlecht erhalten, weil der Stein sich schieferartig ablättert. Hinter בר in Z. 5 las Dr. Mordtmann noch einen Namen (ישראל?), der indess auf dem Abklatsch nicht mehr lesbar ist.

חבל
אלהשא
בר
חישא
בר
אלהשא
בר חישא
בר שמשורם
בזי

Das n. pr. חַיִּמָּשָׁא begegnet Vog. 34 und שַׁמְשִׁנֶּרֶם (Σαμψινέραμος) Vog. 75. Vergl. zu letzterem Namen Vogüé, Inser. Sém. I p. 54. — Das letzte Wort der Inschrift בִּזִי weiss ich nicht zu erklären; ein Βίζζος kommt in zwei griech. Inschriften aus Ruweiha bei Apamea in Nordsyrien vor (Waddington, inser. no. 2670 und 2671) und ein Bischof von Seleucia Namens Βίζος wird bei Photius (cod. 52) erwähnt.

7. Höhe 15, Breite 12 Centimeter. Rechts von der Inschrift weibliche halbe Figur mit Stirnbinde, 55 Centimeter hoch, 40 Centimeter breit.

אקמא ברת
עגילי אחת
ידיעבל בר
ירחי חבל

אקמא ist als n. pr. fem. schon bekannt aus der Inschrift Mo. 12 und aus einer anderen von SACHAU publicirten Inschrift (ZDMG XXXV. 736 No. 3). — עגילי "Ογγλος begegnet Vog. 70. 94. Mo. 3. 11. 20. 71 und ירחי בר ידיעבל בר ירחי ist dieselbe Persönlichkeit, welche in der Inschrift Vog. 83 erwähnt wird. Der Name ist ידיעבל und nicht יריעבל zu lesen, weil er in den griechischen Beischriften zweier neuerdings durch Vogüé veröffentlichten palmyren. Texte (Journ. Asiat. 1883. I p. 243) Ἰσδεῖβηλος (vergl. den biblischen Namen יִרְעֵאֵל) transscribirt ist. Danach dürfte wol auch in den Inschriften Oxon 1, 4 und Vog. 16, 7 richtiger ידיעבל zu lesen sein. Der Name ירחי kommt in palmyr. Texten ziemlich häufig vor und ist in der Bilinguis Vog. 16 durch Ἰαραῖος wiedergegeben.

8. Höhe 7, Breite 8 Centimeter. Darüber männliche Büste, 32 Centimeter hoch, 43 Centimeter breit, unten abgebrochen.

חבל מקימו
בר חליפי

Das n. pr. חַלִּיפִי begegnet in Vog. 9 und in einer der Inschriften des Capitolinischen Museums zu Rom (ZDMG. XVIII. 99 No. XVI). Vergl. φυλή Ἀλιφηνῶν.

9. Höhe 11, Breite 9 Centimeter. Links von der Inschrift männliche Büste mit zurückgekämmtem Haar und Bart à la Hadrian, 55 Centimeter hoch, 48 Centimeter breit. Die Inschrift ist von einem Kreuze eingerahmt.

והחבלת
בר מלא
בר והחבלת
גורא
חבל

Der Name מלא findet sich mehrfach in palmyr. Inschriften. Zu גירא vergl. ich das n. pr. Γούρας in zwei Inschriften aus El-Bāra und Dāna (Waddington inser. no. 2645 und 2673).

10. Höhe 7, Breite 7 Centimeter. — Die Inschrift, in einem Kranze, ist mit Kalk bedeckt, rechts davon männliche bartlose Büste.

.....
 ... גא ...
 .. חיר[ן] ...
 {הא ה[בל]}

Der Abklatsch ist misslungen. Dr. MORDTMANN copirte die Inschrift auf dem Steine selbst, wie folgt:

גא
 בר חירן
 [בר ע] גא ח[ב]ל

Das n. pr. masc. עגא ist schon aus anderen Inschriften bekannt.



SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

24. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. DU BOIS-REYMOND.

1. Hr. ROTH las folgende Mittheilung: Beiträge zur Petrographie. II. Jüngere Eruptivgesteine.

Die Aufnahme in die Abhandlungen der Akademie wurde beschlossen.

2. Von Hrn. Prof. STUDER in Bern lag eine Bearbeitung der auf der Reise von S. M. Schiff 'Gazelle' gesammelten Asteriden vor.

Die Aufnahme auch dieser in die Abhandlungen wurde beschlossen.

3. Hr. DU BOIS-REYMOND legte eine Abhandlung des Hrn. Prof. FRITSCH vor: Ergebnisse der Vergleichenungen an den elektrischen Organen der Torpedineen.

Dieselbe folgt umstehend.



Ergebnisse der Vergleichen an den elektrischen Organen der Torpedineen.

Von Prof. GUSTAV FRITSCH
in Berlin.

Nachdem die Zahl der auf die Organentwicklung untersuchten Torpedineen verschiedener Gattungen und Arten die Hundert erreicht hat, und damit ein vorläufiger Abschluss der Vergleichen gewonnen wurde, sollen im Folgenden die Hauptergebnisse derselben dargelegt werden.



1. Die correlative Entwicklung der elektrischen Organe ist in den nach anderen Merkmalen abgegrenzten Gattungen der Torpedineen genügend verschieden, um die Aufnahme dieses Merkmals in die Diagnose wichtig erscheinen zu lassen.

Torpedo zeigt keulenförmige Organe, deren vorderer Theil etwa um die Hälfte breiter ist als der hintere (*a* in der Figur).

Narcine hat ohrenförmige Organe mit wenig abgesetztem vorderen Theil, der den hinteren etwa um ein Drittel an Breite übertrifft (*b*).

Hypnops ist mit halbmondförmigen Organen ausgestattet, d. h. sie sind nach vorn in eine stumpfe Spitze verlängert, die concave Begrenzung der Halbmondfigur ist etwas vor der Mitte durch einen mässigen Vorsprung unterbrochen (*c*).

Astrape allein hat die den Torpedineen gewöhnlich allgemein zugesprochenen nierenförmigen Organe; ihr vorderer Theil ist kaum breiter als der hintere, der Umriss ist gerundet mit der Concavität nach innen (*d*).

Temera zeigt die am dürtigsten entwickelten Organe, welche durch die ziemlich gestreckt verlaufenden seitlichen Begrenzungen fast bandförmig werden (e).

Wie ein Blick auf die umstehenden Skizzen lehrt, sind die gewählten Vergleichen der Organgestalt mit ähnlich gestalteten Körpern *cum grano salis* zu verstehen, um die Hauptunterschiede, welche der Ausdruck »nierenförmig« allein nicht bieten kann, präcis zu bezeichnen. Die beschriebene Gestalt der Organe entspricht der Figuration an der Bauchseite des Thieres, welche als Regel auch die grösste Fläche des Organes darbietet; nur bei Astrape ist die Rückenfläche etwas grösser als die Bauchfläche. Die Figuration der Organe an der Rückenfläche ist bei den einzelnen Gattungen weniger unterschieden.

2. Wie die allgemeine Gestalt differirt auch die Zahl und Anordnung der elektrischen Säulen bei den einzelnen Gattungen und Arten der Torpedineen, so dass sich bestimmte Durchschnittswerthe dafür aufstellen lassen. Die Breite der individuellen Variation ist bei den meisten Arten sehr beträchtlich, wesshalb die Werthe erst bei einer längeren Reihe von Zählungen grössere Genauigkeit beanspruchen können. Wo daher ein reichlicheres Material zur Zeit nicht zur Verfügung steht, ist anzunehmen, dass die gefundenen Zahlen späteren Verbesserungen unterliegen; doch wird der Platz in der Reihe für die Arten dadurch wahrscheinlich nicht weiter verändert werden.

Die Variation der Säulenzahl übersteigt öfters ein Viertel der ganzen Durchschnittssumme.

3. Wie bereits in der letzten Mittheilung zur Embryologie von Torpedo¹ betont wurde, ergiebt die Zählung von Säulen bei Embryonen, kleinen und grossen Individuen derselben Art keinen Anhalt für eine Vermehrung der Säulen beim Wachsthum des Thieres, nachdem einmal die Organe beim Embryo in ihrer typischen Gestalt endgültig gebildet wurden.

Beim Zählen an Fötus werden natürlich leichter Säulen übersehen als an erwachsenen Fischen, doch hat das Hinzuziehen solcher Zählungen in meiner Tabelle die Durchschnittswerthe nirgends wesentlich beeinflusst. Es wurden bisher von mir Fötus folgender Arten untersucht: *Torpedo marmorata*, *Torpedo ocellata*, *Narcine brasiliensis* und *Astrape dipterygia*.

4. Exemplare von gewissen Torpedo-Arten, z. B. *Torpedo marmorata*, deren Grösse über das gewöhnliche Maass dieser Thiere hinausgeht, pflegen auch in der Säulenzahl häufig

¹ Diese Berichte, 1883, S. 205.

das Gewöhnliche zu übertreffen. Da aber auch kleine gelegentlich mit gleich hohen Zahlen getroffen werden, ist anzunehmen, dass ihre hohe Säulenzahl der aussergewöhnlichen Entwicklung ihrer ganzen Körperanlage und Muskelausbildung conform ist, und werden sie jedenfalls schon in der Jugend die gleiche Säulenzahl besessen haben. Dies ist mit Sicherheit zu behaupten, bis am heranwachsenden, extrauterinen Thiere Säulen *in statu nascenti* nachgewiesen wurden.

5. Die allgemeine Anordnung der Säulen im Organ zeigt überall ein Mosaik aus polygonalen, durch die zusammenstossenden, prismatischen Säulen gebildeten Feldern, welche bei keiner Art auf Regelmässigkeit Anspruch erheben können. Wenn auch eine sechsstellige Begrenzung Regel ist, so werden Fünfecke und verschobene Vierecke ebenfalls häufig beobachtet. Je geringer die Zahl der Säulenprismen ist, um so grösser pflegt die Unregelmässigkeit ihrer Seiten zu sein, so dass also *Astrape* sich dadurch besonders auszeichnet im Unterschied von *T. hebetans*, *californica*, *occidentalis*, wo sechsstellige Prismen viel häufiger auftreten. Auch *T. ocellata* zeigt vielfach bemerkenswerth regelmässige Anordnung des Säulenmosaiks.

Die Durchmesser der Säulen differiren nach ihrer Stellung im Organ, indem diejenigen des äusseren Umfanges die dünnsten und zugleich niedrigsten, die am inneren Rande und bei *Torpedo* zumal an der nach innen vorspringenden Ecke die dicksten und zugleich höchsten zu sein pflegen. Auffallend ist bei der Gattung *Narcine*, am stärksten bei *N. brasiliensis*, dass die äussere Reihe am hinteren Umfang des Organs Prismen zeigt, deren transversaler Durchmesser den sagittalen oft um das Doppelte überwiegt, so dass also die Prismen von vorn nach hinten zusammengepresst erscheinen.

Über die concentrische und radiäre Anordnung der Säulen wurde bereits in den Beiträgen zur Entwicklung von *Torpedo* das Nöthige angeführt.

6. Was die Durchschnittszahlen für die Organsäulen der Torpedineen anlangt, so sind hier gegenüber dem Misstrauen, welches von mancher Seite gegen dieselben auszustreuen versucht wurde, einige Worte zur Erläuterung der Methode des Zählens vorausszuschicken. Ich habe in letzter Zeit stets die Säulenmittelpunkte auf einer dünnen Glastafel, die dem Organ oder der davon abgetrennten Haut unter Ausschluss von Luftblasen dicht anlag, mit Dinte markirt und gleichzeitig gezählt; die so entstandene punktirte Figur des Organs wurde zur Controle mit Copirpapier abgedrückt. In schwierigen Fällen, bei dünnen Säulen, dient eine mittelstarke Stativlupe gleichzeitig zur Vergrösserung und als Dioptr. Bei irgendwie durch parallaktische Verschiebung der Schaxe entstandenen unrichtigen Auftragungen laufen

die Punktreihen auf der Glasplatte unvermeidlich in einander oder entfernen sich ungebührlich, den begangenen Fehler kennzeichnend. Die beliebig oft zu wiederholenden Controlzählungen ergeben eine Grösse des wahrscheinlichen Fehlers beim Zählen, der im Vergleich zur individuellen Variation der verschiedenen Exemplare gar nicht in Betracht kommt. Ich zählte beispielsweise bei *Torpedo hebetans* dasselbe Organ nach dieser Methode einmal zu 1024, das andere Mal zu 1025 Säulen; nicht selten ergab bei niedrigeren Zahlen die Controle genau die gleiche Summe. Die individuelle Variation ist so gross, dass wahrscheinlich alle Autoren, z. B. auch Hr. WEYL, genügend genau gezählt haben; wenigstens ergeben die veröffentlichten Zahlen keinen ausreichenden Anhalt, das Gegentheil anzunehmen. Nur die Verwerthung der gefundenen Zahlen lässt sich bemängeln.

Wenn HUNTER seiner Zeit an der Riesentorpedo 1182 Säulen zählte, während sich der Durchschnitt der Säulenzahl bei *Torpedo occidentalis* auf nur 1069 stellt, so ist damit nicht gesagt, dass HUNTER falsch gezählt hat; denn eine derartige Abweichung der Summe liegt im Bereich der Variation. Ganz sicher ist aber, dass er keine ungewöhnlich grosse *Torpedo marmorata* vor sich gehabt hat, da bei letzterer Art solche Zahlen eben nicht mehr vorkommen; mit gleicher Sicherheit lässt sich behaupten, dass bei HUNTER's *Torpedo* die Ränder der Spritzlöcher glatt gewesen sein werden.

Seitdem die vergleichenden *Torpedo*-Tabellen von mir ausführlicher angelegt wurden (1882), habe ich die Säulenzahl des Organumfangs stets besonders gezählt, um dadurch zugleich die allgemeine Figur des Organs sicher zu umgrenzen. Es ergibt sich gerade für dieses Verhältniss eine bemerkenswerthe Constanz, und zwar findet sich eigenthümlicher Weise bei *Torpedo marmorata* dafür so häufig genau oder annähernd genau die Zahl 100, dass man dieselbe als die normale bezeichnen darf. Wenn Hr. BABUCHIN¹ für solche Säulensumme einer von ihm nicht bezeichneten *Torpedo*-Art die Zahlen 84, 88, 84 vermerkt, so hat er diese Zählungen unzweifelhaft nicht an *T. marmorata*, sondern an *T. ocellata* vorgenommen, wo dies in der That häufige Zahlen sind.

Sonderbar ist es zu sehen, dass das dekadische System in dieser Frage eine so hervorragende Rolle spielt; denn während man ohne nennenswerthen Fehler die Säulenzahl eines Organs von *T. occidentalis* und *hebetans* auf 1000 setzen kann, von *T. californica* auf 900, von *T. marmorata* var. *annulata* auf 600, stellt sich bei der gewöhnlichen *T. marmorata* die Zahl auf 500 bei 100 Randsäulen, bei *Astrape* die Gesamtsumme auf 150, die der Randsäulen auf 50.

¹ Über die Praeformation der elektrischen Elemente im Organ der Zitterfische und den von Hrn. WEYL dawider gerichteten Angriff. Archiv für Physiologie. 1882. S. 419.

In der That sind die aus der beifolgenden Tabelle erhaltenen Durchschnittszahlen nicht so abgerundet, doch ist, abgesehen von der muthmasslichen Fehlergrösse des Zählens, die keinesfalls fünf Procent übersteigen dürfte, die Annäherung an die genannten Werthe doch recht auffällig.

Die folgende Zusammenstellung giebt eine Übersicht der bisher gewonnenen Durchschnittswerthe in absteigender Reihe geordnet, und bei jeder Rubrik wurde die Zahl der untersuchten Individuen durch eine römische, die Menge der Zählungen (ohne die Controlzählungen) durch eine arabische Ziffer bemerkt. Wenn man Bauch- und Rückenseite beiderseits zählt, so liefert dasselbe Individuum also vier Zählungen. Die Hundert Individuen wurden zu 160 Zählungen verwandt, deren Gesamtsumme an elektrischen Säulen 70365 ergab.¹ Die Durchschnittswerthe der Säulen in einem Organ stellten sich für die einzelnen Arten:

Torpedo occidentalis	1069 (4. III.)
» hebetans	1025 (1. I.)
» californica	895 (2. II.)
» fuscumaculata	593 (2. II.)
» marmorata (mit den Variet.)	513 (70. XL.)
» marm. var. annulata	610 (3. II.)
» marm. var. limbata	523 (13. VII.)
» marmorata (ohne die Variet.)	507 (54. XXXI.)
» panthera	454 (12. IX.)
» panthera + sinus persici	448 (15. XII.)
Hypnops subnigrum	436 (2. I.)
Torpedo ocellata	433 (27. XX.)
Narcine brasiliensis	428 (6. III.)
Torpedo sinus persici	421 (3. III.)
Narcine tasmaniensis	278 (3. II.)
» lingula	274 (2. I.)
» Timlei	224 (2. II.)?
» indica	146 (5. II.)?
» Timlei + indica	168 (7. IV.)
Astrape capensis	147 (3. II.)
» dipterygia	146 (8. IV.)
Temera Hardwicki	139 (1. I.)

 160. XCVIII.

¹ Die Controlzählungen eingerechnet wurden gegen 100000 Säulen gezählt. Bei drei Nummern der Tabelle ist die Rubrik »Säulenzahl« nicht mehr ausfüllbar; eine Säulenzählung (ohne Nummer) wurde eingeschaltet.

7. Trotz der nicht unbeträchtlichen Mühe und dem Zeitaufwand für die Zählungen, und der ersichtlichen Annäherung an correcte Durchschnittszahlen für manche Arten, z. B. *T. marmorata*, *ocellata* und *panthera*, besteht an anderen Stellen dagegen noch eine erhebliche Unsicherheit der Werthe wegen zu kurzer Reihe bei grosser individueller Variation.

Bei einer Gattung erscheint mir die Beseitigung dieses Mangels dringend geboten: es sind nämlich die von Hrn. HENLE als *Narcine indica* und *Timlei* getrennten Formen nach den angegebenen Merkmalen nicht wohl als Arten aus einander zu halten. Die leider nur an vier Individuen auszuführende Säulenzählung ergiebt entweder Werthe von mehr als 200 (bis 230) oder sehr constant 140—150. Hier zeigt sich somit die Möglichkeit, falls ausgedehntere Reihen ebenso bedeutende Abweichungen der Säulenzahl ergeben, durch dies Merkmal die Sonderung der schwierig zu trennenden Species zu unterstützen, oder andernfalls die Unmöglichkeit ihrer Trennung überzeugend darzuthun.

Auffallend ist auch die hohe Säulenzahl, welche *Narcine brasiliensis* aufweist, nämlich 428, während die übrigen hierher gehörigen Arten nur etwa 214 derselben führen. *N. brasiliensis* verhält sich also zu den übrigen (*N. tasmaniensis*, *lingula*, *indica*, *Timlei*) wie *Torpedo occidentalis* mit ihren Verwandten (*T. hebetans*, *californica*) zu *Torpedo marmorata*, *fuscomaculata*, *ocellata*, *panthera*, *sinus persiei*. So markiren sich weitere Eintheilungen der bezeichneten Gattungen, welche ein strenger Systematiker gewiss berechtigt ist als Subgenera zu trennen. Einfache oder doppelte Säulenzahl ist anatomisch wohl ebenso wichtig, als die einfache oder doppelte Rückenflosse, welche ganz allgemein als Gattungscharakter gilt.

8. In der That stimmen die genannten Formenkreise unter sich auch sonst in manchen Charakteren mehr oder weniger überein, bei *Torpedo* besonders durch die Hautzipfel an den Spritzlöchern, die Gestalt der Scheibe des Körpers, die geringere oder stärkere Verbreiterung der vorderen Organhälfte u. s. w.; bei *Narcine* ebenfalls durch die Figur der Scheibe, die weniger deutlich entwickelte circuläre Mundfalte, den flachen mittleren Ausschnitt der Nasenklappe, die starken Höcker am Rande der Spritzlöcher der *N. brasiliensis*, was die anderen Narcinen nicht in gleicher Weise zeigen.

Die Hautzipfel der Spritzlöcher haben in der Systematik ein wechselvolles Schicksal erlebt: denn während v. OLFERS¹ noch positiv

¹ Die Gattung *Torpedo* in ihren naturhistorischen und antiquarischen Beziehungen. Berlin 1831. 4. S. 8—9.

erklärte, alle Torpedineen hätten gefranzte Spritzlöcher, und es hänge nur von zufälligen Contractionszuständen ab, wenn die Ränder glatt erschienen, wird von späteren Autoren meist ein grosses Gewicht für die Unterscheidung der Arten auf die Bildung der Spritzlöcher gelegt.

Es unterliegt in der That keinem Zweifel, dass die Anhänge bei den einzelnen Individuen in ihrer Entwicklung sehr variabel sind und bald lang, bald kurz, hier regelmässig, dort unregelmässig erscheinen. Nirgends unter den Hunderten von Torpedineen, die ich unter den Händen gehabt habe, kam indessen ein wirklich glatter Rand der Spritzlöcher zur Beobachtung, wo sonst Hautzipfel auftreten. So behält auch die *Torpedo ocellata* im erwachsenen Zustande die Reste der jugendlichen Individuen zukommenden Filamente in Gestalt niedriger, kegelförmiger Erhebungen des Randes; ich kann mich daher Hrn. GÜNTHER, der das Fehlen der Filamente hier in die Diagnose der Art aufnimmt, in diesem Punkte nicht anschliessen. Dass *Torpedo ocellata* im jüngeren Alter eine Anzahl spitzer Zacken um die Spritzlöcher erkennen lässt, wurde bereits durch v. OLFERS und J. MÜLLER-HENLE richtig angegeben; dagegen wurden die letztgenannten Autoren bereits zweifelhaft, ob es berechtigt sei, das Erscheinen solcher Anhänge an den Spritzlöchern in die Diagnose der Gattung *Torpedo* aufzunehmen, und versahen diese Angabe mit einem Fragezeichen.

Dies Fragezeichen, welches sich in gleicher Beziehung noch etwas später bei *Torpedo nobiliana* wieder eingefügt findet, war nur zu sehr begründet. Denn während also der augentleckige Zitterrochen seinen nächsten Verwandten auch durch die Ausbildung der Filamente an den Spritzlöchern treu bleibt, zeigt die andere Gruppe von Arten mit den hohen Säulenzahlen wirklich glatte Ränder, und man erkennt dadurch, dass dies Merkmal thatsächlich für eine natürliche Einteilung der Formen von entscheidendem Werth ist.

Ich möchte danach die letzterwähnte Gruppe (*T. occidentalis*, *hebetans*, *californica*) als Untergattung *Gymnotorpedo* denjenigen mit gefranzten Spritzlöchern (*T. marmorata*, *ocellata*, *panthera* u. s. w.) als *Fimbriotorpedo* gegenüberstellen.

Hat die mythische *Torpedo nobiliana* Box. wirklich ebenfalls, wie angegeben, glatte Ränder der Spritzlöcher so gehört sie in die Nähe oder direct zu *T. hebetans*: sind sie auch nur andeutungsweise gefranzt, so rangirt sie mit den Varietäten von *T. marmorata*. Ich bin fest überzeugt, dass im ersteren Falle ihre Säulenmenge um die Zahl 1000 schwanken, im letzteren 500 bis 600 betragen wird. Die Fortsetzung meiner Untersuchungen, besonders die Vergleichung mit

T. californica bestimmt mich immer mehr, das Erstere für das Wahrscheinlichere zu halten und der auch von Hrn. GÜNTHER getheilten Ansicht zuzuneigen, dass die seltene *T. hebetans* des atlantischen Oceans bei ihrem vereinzeltten Vorkommen im mittelländischen Meere als *T. nobiliana* von BONAPARTE beschrieben wurde.

9. Dieselben Betrachtungen ergeben gleichzeitig, dass es richtig war, die Torpedineen, welche neben gefranzten Spritzlöchern auffallend hohe Säulenzahlen zeigten, beim Mangel anderweitiger trennender Merkmale lediglich als Varietäten der *Torpedo marmorata* und nicht als besondere Arten dem System einzuordnen. Dem Charakter solcher Varietäten entsprechend sind Übergänge und Mischformen unter einander, sowie mit der typischen Form zahlreich vorhanden.

Sowohl v. OLFERS als später J. MÜLLER-HENLE haben bereits eine Anzahl Varietäten der *Torpedo marmorata* unterschieden, wobei die Färbung und Zeichnung allein maassgebend war, und sind solche Varietäten gelegentlich von den Autoren als besondere Arten beschrieben worden. Gerade dies Thier giebt ein glänzendes Beispiel dafür ab, dass Färbung und Zeichnung zur Artbestimmung ausserordentlich schlecht zu brauchen ist; denn es handelt sich bei allen, von den genannten Autoren abgegrenzten Varietäten um dasselbe chromatische Princip, nämlich stärkere oder schwächere Ausbildung eines bräunlichen Pigmentes, welches die Neigung hat, sich stellenweise anzuhäufen, während andere Stellen davon freier bleiben. An dem einen Ende der Reihe steht daher eine Varietät mit hell- oder dunkelbrauner, einfarbiger Scheibe (*T. immaculata* RAF.; *T. Galvanii* RISSO; Var. 4. J. MÜLL.-H.), an welche sich diejenige anreihet, wo das Auftreten von feinen, braunen Pünktchen auf der helleren Scheibe die beginnende ungleichmässige Pigmentablagerung kennzeichnet (Var. 3. J. MÜLL.-H.); die Pünktchen werden grösser und erscheinen als dunklere Tupfen (Var. 2. J. MÜLL.-H.) oder die pigmentfreier werdenden Stellen erscheinen als weissliche Flecke auf einfarbigem Grunde, eine seltenere von mir in Smyrna ebenfalls beobachtete Varietät, auf welche schon der Prinz von MUSIGNANO¹ aufmerksam machte. Endlich mischen sich dunkelbraune, stark pigmentirte Stellen mit schwächer pigmentirten weisslichen auf dem mittelfarbigem Grunde, die häufigste Form der typischen *Torpedo marmorata* darstellend (Var. 1. J. MÜLL.-H.).

Wie gewöhnlich ist das Vorkommen der verschiedenen Varietäten lokalen Einflüssen unterworfen. So erhielt ich in Alexandrien etwa ein Dutzend Exemplare, welche sämmtlich der Varietät 3 und 4 (*T. immaculata* RAF.) angehörten. Sie zeichnen sich auch durch einen

¹ Fauna italica. Fasc. 14. Fig. 4.

hellen Saum um sämtliche Flossen und um die lang gefranzten Spritzlöcher aus, wesshalb sie in der beifolgenden Tabelle als *Var. limbata* vermerkt wurden. Die Säulenzahlen waren hier sämtlich über dem Durchschnitt.

Das eigenthümliche Zusammentreffen auffällender Säulenzahlen mit äusseren Merkmalen tritt noch mehr bei einer anderen Varietät der *Torpedo marmorata* hervor, welche ich als *Var. annulata* bezeichne. Dieselbe lässt sich keiner der von den Autoren bereits beschriebenen unterordnen, da ihre charakteristische, in einzelnen auf Scheibe und Schwanz vertheilten, dunkelbraunen Ringflecken bestehende Zeichnung sich mit dem oben erläuterten einfachen chromatischen Princip absolut nicht vereinigen lässt. Hier kommt also ein neues Unterscheidungsmerkmal hinzu, dessen Abstammung erst noch festzustellen ist und interessante Einblicke in die Lehre von der Variation überhaupt bieten dürfte. Dass es sich hierbei nicht lediglich um Äusserlichkeiten handelt, ergibt die überraschend hohe Säulenzahl der Varietät (über 600), wie ich bereits früher Gelegenheit hatte anzugeben.

Diese frühere Notiz hat wohl die erfreuliche Folge gehabt, dass mir aus Marburg durch Vermittelung von Prof. PETERS eine kleine, unscheinbare Torpedinee von Setubal (Portugal) zugeing, welche sehr interessant ist. Auf der stark abgeriebenen Scheibe mit gefranzten Spritzlöchern sind allerdings nur noch Spuren von Ringflecken zu sehen, aber die auffallend breite, vorn quer abgestumpfte Gestalt der einfarbigen Scheibe und die Säulenzahl von 614 giebt Veranlassung, das Exemplar ebenfalls bei der *Var. annulata* unterzubringen. Ich benutze diese Gelegenheit, um dem unbekannten Einsender (Hrn. Prof. GREEFF?) hierdurch für seine Güte meinen besten Dank auszusprechen und die Bitte anzuschliessen, dass dem bezeichneten wichtigen Material doch auch von anderer Seite nachgeforscht werde.

Hr. BABUCHIN hat meine Angabe bestätigt, dass die Varietät von *T. marmorata* mit dunklen Fleckenreihen auf dem axialen und Schwanztheil, die er aber nicht als Ringflecken beschreibt, die grössten Säulenzahlen ergibt.¹

10. *Torpedo ocellata* variirt bekanntlich auch sehr stark, zumal hinsichtlich der Zahl und Stellung ihrer Augenflecken, die von 7—0 vorkommen, aber abgesehen von vereinzelten Monstrositäten (vergl. VON OLFERS) stets symmetrische Anordnung zeigen, so dass ein einzeln übrig bleibender Augenfleck eine centrale Stellung erhält. Ähnlich wie bei *T. marmorata* schwindet gelegentlich das sonst gleich-

¹ A. a. O. S. 244.

mässig vertheilte bräunliche Pigment an einzelnen Stellen, besonders auf dem Axen- und Schwanztheil weissliche, verwaschene Flecke erzeugend. Eine Beziehung der verschiedenen Varietäten zu besonderen Säulenzahlen wurde bisher nicht festgestellt.

11. Die Trennung der *Torpedo panthera* von der *T. marmorata*, welche v. OLFERS noch zweifelhaft erschien und erst von J. MÜLLER und HENLE in das rechte Licht gestellt wurde, ist durch die abweichende Bezahnung der Kiefer gegeben. Form und Verhältnisse des Körpers, die von den genannten Autoren als der *T. marmorata* ganz gleich gefunden wurden, erscheinen mir unter Vergleichung einer grösseren Anzahl von Exemplaren doch abweichend durch den verhältnissmässig kürzeren Schwanz und die regelmässig gerundete Scheibe, an welcher die vordere Abstumpfung der *T. marmorata* schwach angedeutet ist.

Die prächtige Zeichnung typischer Exemplare mit den marmorirten weissen Figuren, die in unregelmässigen Kreisen auf gelbem Grunde gruppirt sind, geht auch hier zuweilen in eine einfachere Färbung über, wo auf der matt caffeebraunen Scheibe verwaschene, weisse Flecke von der Grösse eines Centimeters und darüber vertheilt sind.

12. So präsentirt sich die als *T. sinus persici* RÜPP. abgetrennte Form, wie es scheint, der Regel nach; auch hier bleibt ein einziges Merkmal, um die Selbständigkeit der Art zu behaupten, die Zahnbildung, übrig, welche sich hinsichtlich der Grösse und der in beiden Kiefern gleich langen Binde der Zähne näher an diejenige der *T. marmorata* anschliessen soll, während bei *T. panthera* die kleineren Zähne im Unterkiefer eine etwas verkürzte Binde darstellen.

Bei den mir zur Verfügung stehenden Exemplaren erschien dieses letztere Merkmal nicht so deutlich ausgeprägt, als ich nach den Angaben der Autoren erwartete: es kommt hinzu, dass die durchschnittliche Säulenzahl derjenigen von *T. panthera* ganz nahe steht, Besatz der Spritzlöcher, Färbung und Zeichnung keine brauchbaren Unterscheidungen liefert. Ich möchte mich daher nicht anheischig machen, die beiden Formen mit Sicherheit zu unterscheiden und habe daher in der obigen Tabelle auch eine Durchschnittszahl für beide vereinigte Formen eingefügt, wie es ebenso für *Narcine Timlei* und *N. indica* geschehen ist.

13. In der ausführlichen *Torpedo*-Tabelle finden sich auch Angaben über die Dicke der elektrischen Organe, da wo die Säulen am höchsten und da, wo sie am niedrigsten sind, gemessen. So wichtig diese Zahlen in Bezug auf die Constatirung der Wachsthumsgesetze bei *Torpedo* auch scheinen mochten, so ergab sich doch

das Messen der Dicke an den weichen, lappigen Organen so schwierig, dass eine hinreichende Genauigkeit dieser verhältnissmässig geringen Maasse kaum zu erhoffen war. Da Hrn. BABUCHIN's¹ bisher noch nicht durch veröffentlichte Beobachtungen unterstützte Behauptung, die Organe der Torpedineen wüchsen beträchtlicher in die Fläche als in die Dicke, neuerdings die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt lenkte, so habe ich die Tabelle nach Möglichkeit durch Messungen an conservirtem Material vervollständigt und die gefundenen Werthe der grössten Dicke der Organe als Procente der Länge des Körpers (Längen-Dicken Index) berechnet. Es ergibt sich aus dieser ebenfalls beifolgenden Zusammenstellung wie vor auszusehen eine grosse Unsicherheit der gefundenen Zahlen, offenbar unter dem Einfluss erheblicher Messungsfehler; anderseits ist das wiederholte Auftreten annähernd gleicher Zahlen (bei *T. ocellata* durchschnittlich 6.601, bei *T. marmorata* 6.866) das sichere Anzeichen, dass dies die normalen Verhältnisse sind. Die genannten normalen Werthe vertheilen sich ziemlich gleichmässig in der Reihe nach der Grösse geordneter Exemplare; ausserdem aber lässt sich erkennen, dass die über dem Durchschnitt liegenden Zahlen sich mehr gegen das obere Ende der Reihe (die kleinsten Exemplare) gruppieren, die unter dem Durchschnitt gegen das untere Ende (die grössten Exemplare). Zumal bei *Torpedo ocellata* tritt dies in gewisser Regelmässigkeit hervor, und es können daher in diesem Punkte meine Messungen als Bestätigungen der Behauptung von Hrn. BABUCHIN dienen, dass die Organdicke an den jugendlichen Individuen relativ beträchtlicher sei als an den erwachsenen: freilich wird es wünschenswerth sein, dies Wachstumsgesetz durch weitere, unter besonderen Cautelen vorgenommene Messungen noch sicherer zu begründen.

14. Schliesslich möchte ich nochmals darauf hinweisen, dass die normal gebaute *Torpedo* vier elektrische Nerven zeigt, und dass die Entwicklung der Organe, wie ich sie früher in diesen Berichten beschrieb, den Anhalt giebt, wie ein gelegentlich etwa zur Beobachtung gelangendes fünftes Stämmchen (ich selbst habe es nie angetroffen) seiner Entstehung nach zu erklären sei.

Ich sehe mich zu diesem Hinweis genöthigt, da Hr. WEYL² neuerdings wieder, wenn auch nur als Ausnahme, einen fünften elektrischen Nerven beschreibt, dessen Verlauf er ausdrücklich »zwischen den fünften und sechsten Kiemensack« verlegt. In Anbetracht dessen,

¹ Zur Begründung des Satzes von der Praeformation der elektrischen Elemente u. s. w. Archiv für Physiologie. 1883. S. 253.

² Physiologische und chemische Studien an *Torpedo*. Ebenda. Festschrift als Supplementband. S. 106.

dass die bisher den Autoren bekannt gewordenen Torpedineen überhaupt nur fünf Kiemensäcke haben, lagen Hrn. Weyl offenbar ganz neue, bisher unbeschriebene Thiere vor, und es ist wohl möglich, dass solche wissenschaftlich erst noch zu benennende Genera ausser dem sechsten Kiemensack auch noch einen fünften elektrischen Nerven zeigen.

Zum Wachsthumsgesetz der Torpedineen.

Torpedo ocellata.

No.	Länge	Organ-Dicke	Längen-Dicken-Index
98 ..	67 ..	5.2 ..	7.76
99 ..	72 ..	4.6 ..	6.40
100 ..	80 ..	6.5 ..	8.12
96 ..	88 ..	6.0 ..	6.82
97 ..	92 ..	8.0 ..	8.70
25 ..	110 ..	7.3 ..	6.63
29 ..	111 ..	7.5 ..	6.76
16 ..	112 ..	6.5 ..	5.89
24 ..	113 ..	7.2 ..	6.37
21 ..	114 ..	8.5 ..	7.46
20 ..	121 ..	10.0 ..	8.26
28 ..	161 ..	10.0 ..	6.21
27 ..	196 ..	10.0 ..	5.10
26 ..	218 ..	12.0 ..	5.50
19 ..	232 ..	16.0 ..	6.89
18 ..	330 ..	20.0 ..	6.06
17 ..	335 ..	17.8 ..	5.31
15 ..	373 ..	23.0 ..	6.18
30 ..	405 ..	20.3 ..	5.00

Durchschnitt 6.601

Torpedo marmorata.

No.	Länge	Organ-Dicke	Längen-Dicken-Index	
93 ..	97 ..	9.0 ..	9.28	
92 ..	98 ..	(5.0) ..	(5.10)	schlecht conservirt
94 ..	100 ..	8.0 ..	8.00	
95 ..	101 ..	— ..	—	schlecht conservirt
36 ..	137 ..	13.5 ..	9.85	
22 ..	141 ..	9.0 ..	6.31	
7 ..	170 ..	14.0 ..	8.24	
34 ..	193 ..	13.0 ..	6.73	
31 ..	206 ..	13.0 ..	6.31	
10 ..	209 ..	16.0 ..	7.65	
12 ..	229 ..	14.0 ..	6.11	
2 ..	230 ..	12.5 ..	5.43	
3 ..	249 ..	15.0 ..	6.43	
8 ..	249 ..	16.2 ..	6.50	
11 ..	249 ..	15.0 ..	6.43	
9 ..	252 ..	16.5 ..	6.55	
5 ..	265 ..	19.0 ..	7.17	
1 ..	272 ..	16.0 ..	5.85	
35 ..	290 ..	18.0 ..	6.21	
4 ..	296 ..	21.0 ..	7.09	
13 ..	341 ..	27.0 ..	7.92	
14 ..	357 ..	24.0 ..	6.72	
6 ..	389 ..	28.0 ..	7.19	
32 ..	414 ..	23.5 ..	5.67	
33 ..	472 ..	25.0 ..	5.29	

Durchschnitt 6.866

Die Maasse sind in Millimetern angegeben.

Neueres über Cryptonisciden.

Von Prof. R. KOSSMANN

in Heidelberg.

(Vorgelegt von Hrn. du Bois-REYMOND am 28. Februar [s. oben S. 135].)

Zur Vervollständigung meiner Studien über die auf Krebsthieren lebenden Schmarotzeraseln, die Epicaridien, gewährte mir die Königliche Akademie der Wissenschaften im letzten Herbste eine ansehnliche Reise-Unterstützung. Die Vollendung meiner mehrjährigen Arbeit ist durch diese Freigebigkeit, für die ich auch hier meine Dankbarkeit mit Freuden bezeuge, in die nächste Zukunft gerückt, doch wird ihre Publication immerhin noch so viel Zeit in Anspruch nehmen, dass eine vorläufige Mittheilung der wichtigeren Ergebnisse dieser letzten Studienreise gerechtfertigt erscheint.

Diese Reise galt der Untersuchung der Cryptonisciden, also derjenigen Unterabtheilung der Epicaridien, welche am wenigsten studirt ist, und wegen ihrer weitgehenden Rückbildung dem Studium die grössten Schwierigkeiten bietet.

Im Jahre 1843 beschrieb RATHKE¹ in seinen »Beiträgen zur Fauna Norwegens« unter dem Namen *Liriope pigmaea* ein winziges Thierchen, welches er in der Mantelhöhle des eben damals von ihm entdeckten Peltogaster, eines auf Einsiedlerkrebsen schmarotzenden Cirripeden gefunden hatte; er hielt dasselbe für einen Amphipoden, den jener Peltogaster verschlungen haben sollte.

In eben demselben Jahre publicirte GOODSIR in einem Artikel über die Geschlechtsverhältnisse der Cirripeden² den Fund eines ähnlichen Thieres, das sich in *Balanus balanoides* vorfand, und das der Autor für das Männchen dieses Rankenfüsslers hielt, dessen hermaphroditische Natur damals noch nicht über jeden Zweifel erhaben war.

Gelegentlich einer Erörterung über Peltogaster kam STEENSTRUP³ auch auf *Liriope* zu sprechen und deutet in ziemlich verlausulirter

¹ RATHKE, »Beiträge zur Fauna Norwegens«, Nova Acta Academ. Leop.-Carol., tom. XX, p. 60, tab. I, fig. 8—12.

² GOODSIR, On the sexes, organs of reproduction and mode of development of the Cirripeds, Edinburgh new philosophical Journal, vol. 35, p. 88, pl. III & IV.

³ STEENSTRUP, Bemærkninger om slægterne *Pachybdella* og *Peltogaster*, Oversigt Danske Vidensk. selsk. forhandl. 1854.

Weise auf die Möglichkeit hin, dass es ein auf Peltogaster hausender Bopyride sei.

Im gleichen Jahre stellte DARWIN¹ die Angabe GOODSIR's richtig, indem er dessen angebliches Balanidenmännchen als Schmarotzer, und zwar als zu den »Jonien«, also den Bopyriden, gehörig erkannte.

Ungefähr gleichzeitig (Text 1852, Abbildung 1855) beschrieb DANA² unter dem Namen *Cryptothir minutus* als Männchen einen ähnlichen Schmarotzer aus *Creusia*, den er sammt *Liriope* unter die Tanaiden einreichte.

Auf diese *Liriope* kam, dann 1861 LILLJEBORG³ zurück, und wies ebenfalls nach, dass *Liriope* ein Isopode, und zwar ein Bopyride sei. Speciell gelang es ihm, ausser dem larvenartigen, überaus winzigen Wesen, das RATHKE und DANA gefunden hatten, auch die reife, weibliche Form der *Liriope* zu entdecken, und er kam zu dem Schlusse, dass jene die jugendlichen Männchen gewesen seien.

Zu einem abweichenden Schlusse gelangte in gewisser Hinsicht BUCHHOLZ,⁴ welcher 1866, ohne GOODSIR's und DARWIN's Angaben zu kennen, das von Jenen beobachtete Thier auch anatomisch genauer beschreibt. Er hält die von ihm selbst gefundenen Formen, soweit sie *Liriope* ähnlich sehen, für ältere Larven, und das Männchen für bisher unbekannt. Immerhin gab er uns von dem erwachsenen Schmarotzer überhaupt erst eine Idee, da GOODSIR nur den Kopf und die ersten vier Mittelleibssegmente abgebildet, den ganzen übrigen, deformirten, Theil des Thieres aber vernachlässigt hatte.

Eine fernere Erweiterung unserer Kenntnisse über diese Gruppe brachte dann im Jahre 1871 eine Arbeit FRITZ MÜLLER's,⁵ welcher unter dem Namen *Cryptoniscus planarioïdes* einen Schmarotzer beschrieb, der der *Liriope* ähnlich ist, jedoch sein Wohnthier, einen Peltogaster, von dem Einsiedlerkrebse verdrängt; nur die Wurzeln des Peltogaster bleiben erhalten und sollen angeblich von dem *Cryptoniscus* für seine Nahrungsaufnahme dienstbar gemacht werden.

Bald nach Erscheinen von MÜLLER's Aufsatz und ohne mit demselben bekannt zu sein, publicirte ich selbst⁶ Notizen über einige hier-

¹ DARWIN, A Monograph on the subclass Cirripedia, vol. II, p. 271.

² DANA, Crustacea, vol. II, p. 801, Atlas tab. 53, fig. 6 in: U. S. Exploring Expedition, comm. WILKES.

³ LILLJEBORG, *Liriope* et *Peltogaster*, Nova Acta soc. scient. Upsal. ser. III, vol. III, p. 1 et suppl. p. 73.

⁴ BUCHHOLZ, Über *Hemioniscus balani*, Zeitschr. für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XVI, S. 303.

⁵ F. MÜLLER, Bruchstücke zur Naturgesch. der Bopyriden, Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft. Bd. VI, S. 61, Taf. 4, Fig. 12—19.

⁶ KOSSMANN, Beiträge zur Anatomie der schmarotzenden Rankenfüssler, Anhang, Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut der Universität Würzburg, Bd. I.

her gehörige Formen aus SEMPER's philippinischen Sammlungen; es waren ein Binnenschmarotzer aus *Sacculina pisiformis*, den ich Eumetor liriopides nannte; ein Aussenschmarotzer am Hinterleib einer Porcellana (*Zeuxo porcellanae*); ein ebensoleher am Kopfe eines Alpheus (*Zeuxo alpei*); endlich ein Parasit aus der Bruthöhle eines Bopyrus, *Cabira lernaodiscoides*. Genauere anatomische Untersuchung jener Formen, die mir in einzelnen Spiritusexemplaren vorlagen, war unmöglich.

Indem ich die unwissenschaftlichen und unbrauchbaren Arbeiten HESSE's in den *Annales des Sciences naturelles* übergehe, komme ich zu dem neuesten und wichtigsten Werke über diesen Gegenstand; es ist FRAISSE's Arbeit: »Die Gattung *Cryptoniscus* FR. MÜLLER«. ¹ Auf ihren Inhalt werde ich mehrfach zurückzugehen haben.

Schon lange, wie man sieht, war die Überzeugung von einer nahen Verwandtschaft der Bopyriden und der Cryptonisciden allgemein. Als ich daher den Plan fasste, eine monographische Darstellung der Bopyriden zu unternehmen, konnte ich an eine Übergehung der Cryptonisciden nicht denken. Auch ergaben sich zwischen den Angaben BUCHHOLZ', FRAISSE's und eigenen gelegentlichen Studien Differenzpunkte, welche eine gründliche Nachprüfung der Untersuchungen der beiden verdienstlichen Forscher unumgänglich erscheinen liessen.

Ich habe demnach zweimal, 1882 und 1883 in Christiansand selbst *Hemioniscus balani*, im Herbst 1883, eben mit der oben dankbar erwähnten Unterstützung der Königlichen Akademie, in Mahon auf Minorca den *Cryptoniscus paguri* eingehend studirt; bei anderen Gelegenheiten aber auch in vereinzelteren Exemplaren fast alle übrigen hierher gehörigen Formen untersucht. Auf diese Untersuchungen gründen sich die nachfolgenden kurzen Auseinandersetzungen.

Bevor ich jedoch auf den eigentlichen Gegenstand eingehe, drängt sich mir eine formale Nothwendigkeit auf. Da ich mich in meiner Monographie natürlich einer kritisch gesichteten und richtig gestellten Nomenclatur bedienen muss, und doch auch dem dereinstigen Vergleich zwischen der vorläufigen und der ausführlichen Arbeit nicht zu grosse Schwierigkeiten in den Weg legen darf, glaube ich schon hier eine bezügliche kleine Tabelle geben zu sollen.

I. Schmarotzer auf Cirripeden:

a. auf nicht schmarotzenden (*Balanus balanoides* und *Creusia*):

1. *Cryptothir* DANA 1852 (U. S. Exploring Expedition, *Crustacea*, p. 801,

Synonym: *Hemioniscus*, BUCHHOLZ, 1866,

Cryptothiria (p. parte), SP. BATE and WESTWOOD 1868,

¹ FRAISSE, die Gattung *Cryptoniscus*, FR. MÜLLER, Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut der Universität Würzburg, Bd. IV.

- b. auf schmarotzenden Cirripeden,
 - α. in der Mantelhöhle frei:
- 2. *Eumetor* KOSSMANN 1872 (Beitr. z. Anatomie der schmar. Rankenfüssler, Anhang),
 - β. von innen den Mantel perforirend:
- 3. *Liriopsis*, MAX SCHULTZE 1859 (Anm. zu einem Aufsatz von FRITZ MÜLLER, WIEGMANN'S Archiv, Bd. XXV, S. 310),
 Synonym: *Liriope*, RATHKE, 1843, nom. praecoccup. (LESSON 1837, Trachymeduse),
 (Diese Form wird von F. MÜLLER und von FRAISSE zu *Cryptoniscus*, von SP. BATE zu *Cryptothiria* gezogen.)
 - γ. den Stiel von aussen angreifend und den Cirripeden bis auf die Wurzeln verdrängend:
 - αα. auf *Pellogaster*, mit kurzem Cephalon:
- 4. *Cryptoniscus*, FRITZ MÜLLER, 1870, (Jen. Zeitschr. f. Medicin, Bd. VI, S. 61),
 - ββ. auf *Sacculina*, mit langem, tief in den Brachyuren eindringenden Cephalon:
- 5. *Zeuxo*, KOSSMANN 1872 (Beitr. z. Anatomie d. schmar. Rankenfüssler) nom. praecoccup. von TEMPLETON, aber von DANA zu Gunsten von *Tanaïs* wieder eingezogen.

II. Schmarotzer auf Ostracoden:

- 6. *Cyproniscus*, KOSSMANN, gen. nov. Von SARS (Oversigt af Norges Crustaceer, Christiania Vidensk. selsk. forhandl. 1882, No. 18; p. 73) zu *Cryptothiria* gezogen.

III. Schmarotzer auf Isopoden:

- 7. *Cabirops*, KOSSMANN, gen. nov.
 Synonym: *Cabira*, KOSSMANN, (Beitr. z. Anat. d. schmar. Rankenfüssler. Anhang) nom. praecocc. (TREITSCHKE 1825 *Cabera*, JODOFFSKY 1837 *Cabira*, Lepidoptere).
 Von SARS (Oversigt etc., p. 74) zu *Cryptothiria* gezogen.

Was von Anfang an die grösste Schwierigkeit verursacht hat, war die Beurtheilung der Geschlechtsverhältnisse. Die von RATHKE zuerst dargestellte Form mit Augen und Schwimmfüssen wurde bald als Männchen, bald als Larve gedeutet. RATHKE selbst hat sein Thier offenbar für erwachsen gehalten, ohne über das Geschlecht etwas zu entscheiden. DANA hält die entsprechende Form, die er in *Creusia* fand, für ein Männchen, ohne über das Altersstadium etwas zu bemerken. Der Fund LILLJEBORG'S bewies, dass die von RATHKE und DANA beschriebenen Thierchen Jugendformen seien; und zwar schien es LILLJEBORG nicht möglich, sie für weibliche Jugendformen zu halten, weil sie, obwohl bereits auf dem Wohnthier ansässig, noch keine

beginnende Umwandlung in die festsitzende weibliche Form erkennen liessen. Er verglich sie überdies den von KRÖYER gefundenen jüngsten Bopyridenmännchen, und kam zu dem Schlusse, es seien noch unausgebildete Männchen. BUCHHOLZ hielt eben diese Form (aus *Balanus balanoides*) für eine ältere Larve ohne erkennbares Geschlecht; fand keine Männchen, erklärte aber zugleich, dass die von ihm gefundenen geschlechtsreifen Thiere (*Cryptothir balani*) entschieden nicht hermaphroditisch seien. SPENCE BATE, der das jugendliche Thier schon früher¹ gesehen und benannt hatte, meint 1868,² es könne doch wohl ein Männchen sein, und fügt hinter dem Worte »immature« ein Fragezeichen in Klammer ein. Er zweifelt also an der Unreife des Thieres, ohne jedoch irgend zu beweisen, dass es ein Männchen, geschweige denn ein reifes sei.

FRAISSE³ schliesslich behauptet mit fast völliger Sicherheit, dass die Begattung »in dem der Anheftung vorhergehenden Stadium« vor sich gehen müsse, und beschreibt demnach sowohl männliche als weibliche Thiere dieses (RATHKE's *Liriope* entsprechenden) Stadiums, von denen er gleichwohl nur die ersteren für geschlechtsreif hält. Aber seine Beweisführung dürfte den meisten Lesern nicht genügen. Was nämlich das Männchen anbetrifft, so sind die Hoden in FRAISSE's Zeichnung kaum angedeutet; Form, Mündung oder gar Structur hat er gar nicht beschrieben; das Sperma, das durch Quetschung des Thieres hervorgepresst wurde, ist wegen der Methode der Gewinnung und wegen der Angaben über die Form seiner Elemente nicht über jeden Zweifel erhaben; es wird geradezu verdächtig dadurch, dass FRAISSE dasselbe auch in der Leibeshöhle der Weibchen an die Ovarien angeheftet gesehen haben will, wo sein Vorhandensein, man darf wohl sagen, unmöglich ist. Diese angeblichen Männchen fand FRAISSE freischwimmend; ganz ähnliche Thierchen dagegen beobachtete er neben oder auf der *Sacculina* herumkriechend oder schwimmend, und diese hält er für weiblich. Genitalöffnungen oder Genitalorgane überhaupt hat er an ihnen nicht gesehen, aber er hat ihre Umwandlung in das festsitzende Thier wahrgenommen, das ja zweifellos weiblich ist. Da bei diesem jedoch die Ovarien in einem bereits stark metamorphosirten Stadium noch ganz unreif sind, so kann die weibliche Larve vollends, nach FRAISSE's eigener Ansicht, nur unreif sein. Dennoch, und obwohl er die Begattung selbst zu beobachten »nicht Gelegenheit« hatte, auch nicht etwa »dem Weibchen angeklebte Spermato-

¹ SPENCE BATE, Report of the British association 1860, p. 225.

² SPENCE BATE and WESTWOOD, History of the British sessile-eyed Crustacea II, p. 267.

³ FRAISSE, die Gattung *Cryptoniscus* (a. a. O.) S. 23 ff. Tab. XV. Fig. 30 und 32.

phoren« gesehen hat, ist er der Meinung, jenes unreife, larvenförmige Weibchen müsse bereits befruchtet werden. »So setzt sich demnach«, schreibt er, »das befruchtete Weibchen fest, während das Männchen seine Form behält und wahrscheinlich nach dem Acte der Begattung zu Grunde geht.«

Offenbar spricht Alles, was er gesehen resp. nicht gesehen hat, gegen FRAISSE's eigene Meinung und dafür, dass zwar das Männchen schon in jenem larvenförmigen Stadium geschlechtsreif ist und die Begattung ausübt, dass aber das Weibchen, in einem viel ältern Stadium geschlechtsreif geworden, auch erst in diesem sesshaften Zustande vom Männchen aufgesucht und begattet wird.

Dass nun in der That das Männchen larvenförmig ist, kann ich auf Grund genauer Untersuchung solcher Stadien nunmehr mit Bestimmtheit behaupten. Man erkennt sehr deutlich die Genitalöffnungen bei der Basis des letzten Pereiopodenpaares, man findet die reifen Hoden in dem Querschnitte und man sieht die lebhafte Bewegung der Spermatozoen. Bei den Cryptonisciden ist also das reife Männchen larvenförmig, noch mit Schwimmfüssen am Pleon ausgestattet.

Dass das Weibchen vor seiner Geschlechtsreife begattet werde, dafür spricht keine Beobachtung und nichts befürwortet eine solche Annahme. Dass es dagegen bei Eintritt der Geschlechtsreife von dem Männchen aufgesucht und begattet wird, dafür spricht BUCHNOLZ' Wahrnehmung, welcher (bezüglich Cryptothir [Hemioniscus]) schreibt: »indem beinahe in jedem Balanus, der eins der sackförmigen Thiere enthielt, ein oder mehrere kleine, langgestreckte, bräunliche Thierchen sich vorfanden«, (folgt Beschreibung der RATHKE'schen Liriopeform); dafür spricht FRAISSE's eigene Abbildung, Taf. XII, Fig. 1, wo solch eine Larve sich an das metamorphosirte Weibchen anklammert; dafür spricht endlich die Thatsache, dass ich schon 1872 bei dem philippinischen Eumetor liriopides ein solches, wie ich schon damals annahm, männliches Thier, und 1883 an einer neapolitanischen Art derselben Gattung ihrer drei, und zwar am Weibchen festgeklammert fand. Die Schwimmfähigkeit dieser Männchen macht es sehr begreiflich, dass man sie nicht immer beim Weibchen antrifft, wie bei den Bopyriden; sie verlassen dasselbe vermuthlich oft spontan und gehen gewiss noch öfter dem Untersucher selbst erst verloren. — Kurz, ich nehme als erwiesen an, dass das Weibchen erst im metamorphosirten Zustande begattet wird.

Wir haben also freischwimmende larvenförmige Männchen und festsitzende stark rückgebildete Weibchen, welche miteinander die Begattung ausführen. Aber nicht genug damit. Meine Untersuchungen

liefern die überzeugendsten Indicien dafür, dass beide Formen nur verschiedene Entwicklungsstadien desselben Individuums sind: mit andern Worten, dass wir es bei den Cryptonisciden mit einem protandrischen Hermaphroditismus zu thun haben. Nach den Untersuchungen BULLAR's und PAUL MAYER's ist ein solcher bei Isopoden nicht unerhört, vielmehr bei Cymothoiden zweifellos erkannt; aber immerhin tritt dort die männliche Geschlechtsreife weit später ein, nachdem die zweiästigen Schwimmfüsse am Pleon, das Charakteristicum der Larve, bereits in Kiemenfüsse umgewandelt sind. Protandrie mit larvaler Geschlechtsreife war bisher wohl überhaupt unbekannt.

Begreiflicherweise ist es mir unmöglich gewesen, ein und dasselbe Individuum auf seinem ganzen Entwicklungsgange zu verfolgen: zu beobachten, wie es als Männchen den Obliegenheiten seines Geschlechts nachkam, und wie es nach erfolgter Metamorphose als Weibchen begattet wurde und Eier producirte. Ich kann also nur, wie schon gesagt, Indicien für meine Behauptungen in's Feld führen.

Zunächst ein negatives: ich habe nie eine freischwimmende Cryptoniscidenlarve des letzten Stadiums gefunden, die nicht männliche entwickelte Geschlechtsdrüsen gehabt hätte. Von *Cryptothir balani* habe ich eine beträchtliche Zahl, von *Eumetor* drei gefunden und untersucht: alles Männchen. FRAISSE beschreibt zwar weibliche Larven, aber diese waren bereits fixirt, auch nicht eigentlich weiblich, sondern unreif, neutral: die freischwimmenden Exemplare, deren er einige fand, waren männlich. Es liegt auf der Hand, dass die Protandrie erwiesen ist, wenn es nicht gelingt, endlich auch Weibchen oder Neutra im gleichen Entwicklungsstadium mit den bisher ausschliesslich gefundenen Männchen zu entdecken.

Ein zweites negatives Indiciu ist folgendes: während bei allen Bopyriden s. str. und den Entonisciden das Männchen sedentär wird und beim Weibchen bleibt, ist es bei allen Cryptonisciden freischwimmend, höchst agil, und ist oft bei dem bereits befruchteten Weibchen nicht mehr anzutreffen. Wie würde dieser Unterschied bei zwei so nahe verwandten Gruppen erklärlich sein, wenn das Männchen nicht nach Befruchtung des Weibchens noch eine andere Aufgabe anderwärts zu erfüllen hätte? Und welche andere kann es sein, als diejenige, an einem anderen Wohnthiere selbst zum Weibchen auszuwachsen?

Endlich aber ein positives Indiciu ist das Vorhandensein einer Drüse beim reifen Weibchen, welche mit fast absoluter Sicherheit als rückgebildeter Hoden in Anspruch zu nehmen ist. Diese Drüse wurde von BUCHHOLZ¹ an *Cryptothir balani* entdeckt, fehlt aber keinem der

¹ BUCHHOLZ, a. a. O. S. 316 ff., Taf. XVI., Fig. 2 und 3, G.

von mir untersuchten Cryptonisciden, während kein weiblicher Bopyride oder Entoniscide auch nur die geringste Spur davon besitzt. Buchholz glaubte diese Drüse für ein Nebenorgan der Geschlechtstheile ansehen zu dürfen: er hat zwar trotz vielfachen Bemühungen keinen Ausführungsgang entdeckt, wohl aber fand er den granulirten Inhalt demjenigen des Endabschnitts der weiblichen Genitalleitung gleich. Seine Zeichnung und Beschreibung stellt das Organ als einen dünnen, an drei Stellen aufgeblähten hohlen Strang, jederseits oberhalb und ausserhalb der Ovarien gelagert, dar, welcher mit einer feinkörnigen Substanz erfüllt ist. Die aufgeblähten Stellen bilden zellige Divertikel.

Nun erstreckt sich dieses Organ durch die drei letzten Segmente des Percion's, also dieselben, in welchen beim Männchen der Hoden liegt. Diese drei Segmente der Larve werden unmittelbar vor der letzten Häutung weit auseinander gezerzt und nachher durch colossale Nahrungsaufnahme in's Ungeheure vergrößert. Dabei bleibt jedoch die Dreitheilung durch quere Einschnürungen erkennbar. Wenn also ein nicht mehr fungirender Hoden vorhanden ist, was ist natürlicher, als dass dieser in den drei Segmenten seine ursprüngliche Dicke behält, dazwischen aber zu einem dünnen Strange ausgereckt wird, kurz, die von Buchholz geschilderte Form annimmt? Und spricht nicht auch das von mir bestätigte Fehlen des Ausführungsganges dafür, dass wir es mit einem nicht mehr functionirenden Organ zu thun haben? Was nun endlich den Inhalt anbetrifft, so erweist sich derselbe auf meinen Querschnitten als ein feinkörniger, stark lichtbrechender und äusserst stark sich färbender Detritus, der in diesen drei Eigenschaften dem Inhalt der Hoden bei Bopyridenmännchen (soweit kein Sperma darin ist) absolut ähnlich ist.

Nach alledem kann man es als fast zur Evidenz erwiesen ansehen, dass in der That die Cryptonisciden protandrische Hermaphroditen sind, bei denen der Hoden schon im letzten Larvenstadium seine Reife erreicht, um als rudimentäres Organ ohne Ausführungsgang noch beim reifen Weibchen sichtbar zu sein.

Es drängt sich die Frage auf, welche Umstände auf die Entstehung dieser Art von Hermaphroditismus hingewirkt haben, da doch die so nahe verwandten Bopyriden überhaupt nicht zwittrig sind?

Wir finden den Hermaphroditismus überhaupt vorzugsweise bei langsam beweglichen oder festsitzenden Thieren; ihnen gewährt er im Kampfe um's Dasein einen wesentlichen Vortheil. Zunächst ermöglicht er, wo eine Begegnung zweier Individuen schwerlich oder gar nicht stattfinden kann, die Selbstbefruchtung. Nun ist allerdings die Selbstbefruchtung in anderer Hinsicht nachtheilig: sie wirkt nämlich

als potenzierte Incestzucht ungemein corrumpirend auf die Organisation der Race. Wohl aus diesem Grunde hat bei einigen hermaphroditischen Thiergruppen die Gewohnheit der wechselseitigen Befruchtung entstehen können. Bei ihr fällt ja der obenerwähnte Vortheil allerdings weg: die Begegnung zweier Individuen ist nach wie vor nöthig. Dagegen entsteht dadurch ein anderer Vortheil: wenn nämlich die, verhältnissmässig erschwerte, Chance der Begegnung eintrifft, so sind nun doch wenigstens zwei Individuen befruchtet, und somit ist doppelt so viel Wahrscheinlichkeit für die Erhaltung der Art vorhanden, als wenn die Thiere nicht hermaphroditisch wären.

Kann nun solchergestalt der Hermaphroditismus mit wechselseitiger Befruchtung bei gewissen Arten denjenigen mit Selbstbefruchtung mit günstigem Erfolge ersetzen, so gilt dies doch nur für schwer bewegliche, nicht für sedentäre Arten. Bei diesen ist die Begegnung, und damit die wechselseitige Befruchtung unmöglich. Hier müsste es also bei der Selbstbefruchtung sein Bewenden haben, wenn das Thier wirklich während seiner ganzen Lebenszeit sedentär wäre. Dies ist ja nun bei keinem aus einem Ei hervorgehenden Thiere der Fall — und aus einem Ei gehen ja alle Thiere, wenn nicht in jeder Generation, so doch in regelmässig nach gewisser Zeit wiederkehrenden Generationen hervor.

Daraus folgt denn, dass selbst bei Thieren, die sesshaft werden, eine Begegnung stattfinden kann, vorausgesetzt, dass wenigstens eines der beiden Individuen noch nicht sesshaft ist. Sie würden sich bei dieser Begegnung wechselseitig befruchten können, wenn bei Beiden schon beiderlei Geschlechtsorgane ausgebildet wären. Dies aber ist aus öconomischen Gründen meist unmöglich: den Parasiten mindestens pflegt erst die Sesshaftigkeit jenes Nahrungsquantum zu sichern, das für die Eiproduction erforderlich ist, und andererseits bedürfen die Parasiten im Allgemeinen, zur Erhaltung ihrer Art, einer so colossalen Fruchtbarkeit, dass schon die Eibildung an sich den Körper deformirt und zur Sesshaftigkeit zwingt. Es ist also — mit speciellen Ausnahmen — nicht wohl möglich, dass schon das frei bewegliche Individuum Eierstöcke besitzt; folglich ist weder eine wechselseitige Begattung, noch auch die von FRAISSE vorausgesetzte einseitige zwischen zwei freischwimmenden Thieren anzunehmen. Dagegen kann zur Production des immerhin nicht massenhaft erforderlichen Sperma's das Thier wohl schon vor Eintritt der Sesshaftigkeit im Stande sein, und damit wäre die oben geschilderte Protandrie gegeben. Ein Vortheil gegenüber dem einfachen Dimorphismus der Geschlechter bleibt immerhin noch gewahrt. Wenn ich — ganz willkürlich — annehme, dass das Individuum vom Ausschlüpfen bis zur männlichen Reife eine

Woche, vom Ausschlüpfen bis zur weiblichen Reife drei Wochen braucht, so müssen zur Erzielung von 10 (oder n) Bruten im Falle des Dimorphismus 10 (oder n) Individuen je eine Woche und 10 (oder n) Individuen je drei Wochen lang sich allen sie bedrohenden Gefahren entziehen (40 oder $4n$ Wochen), während im Falle der Protandrie nur 10 (oder n) Individuen je drei Wochen und noch eines eine Woche zu existiren brauchen (31 oder $3n + 1$ Wochen). Und der Vortheil ist sogar noch grösser, als diese Zahlen lehren; gerade die erste Woche nämlich ist diejenige, in welcher das Thier (in unserem Falle) frei umherschwimmt und demnach Gefahren weit mehr ausgesetzt ist, als während der nächsten zwei Wochen, wo es schon sesshaft ist. Jene 9 (oder $n - 1$) in unserem Beispiel durch die Protandrie ersparten Wochen sind aber, wie man sich leicht überzeugen kann, lauter erste Lebenswochen. Es ist die erste Woche, die des freischwimmenden Stadiums, neun weiblicher Individuen, die erspart wird.

Höchst mangelhaft waren bisher die Vorstellungen über die Natur des Brutraumes, in welchem die Eier bis zum Ausschlüpfen bei den Cryptonisciden untergebracht werden. BUCHHOLZ¹ fand, dass die abgelegten Eier bei *Cryptothir balani* »anscheinend frei in der Leibeshöhle ...hin und her flottiren«, in Wirklichkeit jedoch »in einer besonderen, äusserst zartwandigen und vollkommen durchsichtigen Blase eingeschlossen« sind. Seine weiteren Auseinandersetzungen über den Gegenstand sind mir unklar geblieben. Er findet diese Blase an der äussern Körperwand, an derjenigen Stelle befestigt, »an welcher sich die vier Genitalöffnungen befinden«. »Trennt man nun den Stiel der Blase von dieser Stelle, so erhält man dieselbe im Zusammenhange mit den vier Oviducten, welche unversehrt an derselben befindlich bleiben und deren äussere Enden in die Wandung der Blase unmittelbar überzugehen scheinen«. Während also BUCHHOLZ ursprünglich die Oviducte nach aussen hat münden sehen, sieht er sie später in die Blase münden; beides Beobachtungen, die ich als richtig bestätigen kann. Trotzdem sollen die ursprünglichen vier Genitalöffnungen an der äusseren Oberfläche persistiren. »Indessen.« sagt er, »ist das gleichzeitige Vorhandensein äusserer Geschlechtsöffnungen an dieser Stelle neben dem gleichzeitigen Einmünden der Oviducte in das Eierreservoir schwierig zu verstehen.« Meiner Meinung nach ist es gar nicht zu verstehen; auch sein Erklärungsversuch, den ich hier nicht abdrucken will, ist mir gänzlich unverständlich. Das wahre Verhalten bei *Cryptothir*, wie ich es mit Sicherheit beobachtet habe, ist die Einsenkung der Region der Genitalöffnungen, zunächst in Form einer queren

¹ BUCHHOLZ a. a. O. S. 315.

Furche. So bildet sich ein Brutraum mit querer Eingangsspalte durch Einstülpung, und da seine Innenfläche die frühere Oberfläche des Thieres in der Umgebung der Oviductmündungen ist, so münden natürlich die Oviducte nicht mehr nach aussen, sondern in diesen neugebildeten Brutraum.

Etwas complicierter, aber vielleicht ursprünglicher, ist das Verhalten bei den übrigen Cryptonisciden, wenigstens bei *Cryptoniscus* und *Liriopsis*. FRAISSE¹ verfällt in einen Irrthum, dem sein Vorgänger doch immerhin entgangen war; er sagt: »diese Bruthöhle nun war schon früher vorhanden, denn es ist eben einfach die Leibeshöhle«.... »Wie die Eier.... in dieselbe gelangen, kann ich nicht sagen«, fügt er hinzu; und in der That wäre es auch kaum möglich, eine denkbare Hypothese in dieser Hinsicht aufzustellen; Ablage der Eier in die Leibeshöhle würde bei Krebsthieren etwas Unerhörtes sein. In diese Brut- oder, nach FRAISSE, Leibeshöhle führen nun zwei schon von ihm sehr ausführlich beschriebene »Athmungs«-Öffnungen, die eine in der Nähe des Mundes, die andere weiter hinten, beide mit einander verbunden durch eine Längsfurche (auf der ventralen Fläche). Von dieser Furche sagt FRAISSE (S. 13): »Sind die Larven nämlich reif zum Freileben, so platzt eine Spalte auf, welche sich zwischen den beiden Athemlöchern während des dritten Stadiums gebildet hat, und bis dahin von einer dünnen Cuticularschicht bedeckt und verschlossen war.« Durch sie gelangen die Larven in's Freie.

Das wirkliche Verhalten, wie ich es durch Studium zahlreicher quergeschnittener Exemplare festgestellt habe, ist nun Folgendes. Auch hier münden zunächst die beiden Oviducte (FRAISSE, vergl. S. 9, hat sie nicht nachweisen können) an der ventralen äusseren Körperoberfläche. Ihre ursprünglich kreisförmige Mündung wird elliptisch und zieht sich bald nach vorn und hinten in eine seichte Furche aus, so dass man zwei solche parallele seichte Längsfurchen an dem noch nicht völlig reifen Weibchen leicht erkennt. Nun beginnt der zwischen beiden Furchen verlaufende Wall sich einzusenken, und so erhält man statt der zwei seichten Furchen eine längliche Vertiefung, deren beide Seitenwände vorn und hinten bogenförmig in einander übergehen. Diese Seitenränder wachsen nun aber einander entgegen, bis sie sich fast in der ganzen Länge berühren; es bleibt also nur ein haarscharfer Schlitz übrig, der an seinem vordern und hintern Ende in ein rundliches Loch übergeht, und diese beiden Löcher führen in eine Höhlung, die eben durch die Einsenkung des zwischen den zwei Genitalfurchen liegenden Walles entstanden ist. Diese Höhlung, in welche

¹ FRAISSE, a. a. O., S. 12.

dann natürlich die Oviducte münden, ist die Bruthöhle, hat aber absolut nichts mit der Leibeshöhle zu thun. Sie füllt sich mit den abgelegten Eiern und vergrössert sich dabei in dem Maasse, als die Ovarien (und zugleich auch das Verdauungsorgan) an Umfang abnehmen.

Dass die Eier dabei den zum Athmen nöthigen Wasserwechsel erhalten, wird durch lebhafte Pumpbewegungen vermittelt, welche, wie FRAISSE richtig beschreibt, in diesem spätern Stadium durch die Musculatur an den beiden Brutraumlöchern oder Athemlöchern ausgeführt werden; und dass dabei der Wasserstrom nicht die Eier herauschwemmt, wird, wie ebenfalls schon FRAISSE gezeigt hat, durch ein System von zipfelförmigen Klappen verhindert, welche die Athemlöcher reusenartig verschliessen. Diese ganze Anlage bildet sich übrigens vor der letzten Häutung des Thieres aus, daher erscheint in einem gewissen Stadium die Brutraumspalte noch, wie FRAISSE sagt, »von einer dünnen Cuticularschicht bedeckt und verschlossen«. Später aber hält die Spalte nur noch zusammen, weil die beiden Ränder gewissermaassen in einander gefalzt sind: mit einiger Anstrengung kann man sie recht wohl aus einander zwingen, ohne irgend etwas zu zerreißen. Spontan aber platzt diese Spalte allerdings erst auf, wenn die Bruthöhle überfüllt ist, und das Mutterthier die lebhaftesten Contractionen ausführt; wie FRAISSE richtig schildert, dauern diese oft noch fort, wenn schon alle Eier ausgestossen sind, und da um diese Zeit auch Ovar und Verdauungsapparat, die beiden einzigen gefährdeten Organe des Thiers, total rückgebildet sind, gewährt das nur mehr einem zerrissenen ganz durchsichtigen Cuticularfetzen ähnliche und doch so lebhaft sich contrahirende Thier einen sehr merkwürdigen Anblick.

Indem ich mancherlei Details von geringerem allgemeinen Interesse hier übergehe, kann ich mir nicht versagen, noch Einiges über die Art der Nahrungsaufnahme und über die Verdauungsorgane mitzutheilen.

Bei *Cryptothir (Hemioniscus)* bleibt, wie schon BUCHHOLZ gezeigt hat, das Cephalon und das Pereion bis zum drittletzten Segmente zeitlebens larvenförmig; dem entsprechend dient der kleine Bohr- und Saugapparat, bestehend aus Ober- und Unterlippe, zwischen welchen zwei stilettförmige Mandibeln liegen, zeitlebens als Organ der Nahrungsaufnahme. Dieser vordere Körperabschnitt wird dagegen bei den übrigen Gattungen ebenfalls deformirt. Die Gattung *Zeuxo*, die ich 1872 entdeckte, haust auf schmarotzenden Rankenfüsslern, speciell auf *Sacculina*, einem Schmarotzer der Brachyuren. Sie bohrt dieses Thier, dessen Stiel wurzelartig in dem Körper eines Taschenkrebsses verzweigt ist, und aus ihm, einer Pflanze gleich, Nahrung sucht, ebenda

an, wo der Stiel in den Körper des Taschenkrebses eintritt, unterschlägt der Sacculina somit die Nahrung, und bringt dieselbe oftmals, mit Ausnahme eben der Wurzeln, zum Absterben. Diese Wurzeln bleiben merkwürdiger Weise leben, und werden von der Zeuxo ausgenutzt. Der Kopf der letzteren, der schliesslich tief in dem Leibe des Taschenkrebses, freilich zunächst immer noch in einer grossen Lacune des wurzelartig verzweigten Stiels der Sacculina steckt, lässt ausser der Mundöffnung nur vier cylindrische Fortsätze erkennen, von denen gewöhnlich das eine Paar länger ist. Durch ihre Form und Lage erregen sie die Vermuthung, dass es die Fühlhörner der Larve sind, die ihre Gliederung verloren haben. Sie vermitteln offenbar die Fixation des Thieres. Bei einigen Arten ist der Vorderleib von der Stelle, wo er in den Leib des Wirththieres tritt, bis zu dem Munde in einen sehr langen Stiel ausgezogen, bei anderen ist er ziemlich kurz.

Auf einem anderen schmarotzenden Rankenfüssler, Peltogaster, haust unter ganz ähnlichen Lebensbedingungen die Gattung *Cryptoniscus* FR. MÜLLER; deren Kopf bildet gar keinen Stiel, sondern wir finden jenseits der Öffnung, in die er sich gebohrt hat, vier polsterartige, den Mund umgebende Anschwellungen, welche wir nach der Analogie wohl auch für die umgewandelten Antennen halten können. Dass diese Gattung fast ganz regelmässig den Peltogaster selbst, bis auf seine Wurzeln, zum Abfällen bringt, hat schon FRITZ MÜLLER gezeigt und FRAISSE bestätigt; hin und wieder findet man wohl ein Exemplar, das nicht auf dem Einsiedlerkrebs selbst zu sitzen scheint, sondern den Peltogaster irgendwo am Mantel angebohrt hat, aber wenn solche verirrtten Exemplare einerseits den Peltogaster nicht ganz zum Absterben bringen, so scheinen sie selbst es andererseits nicht bis zur weiblichen Geschlechtsreife zu bringen. Anders verhält es sich mit der Gattung *Liriopsis*. MAX SCHULTZE (*Liriopæ*, RATHKE), die auch auf einem Peltogaster lebt. Dieses Thier (dessen Vorder- und Hinterende man bisher mit einander verwechselt hat) bohrt nicht den Stiel des Peltogaster an, sondern schlüpft in dessen Mantelhöhle und bohrt von innen den Mantel an. So steckt nun die vordere Körperhälfte in den Blutlacunen des Mantels, die hintere Körperhälfte liegt frei in der Mantelhöhle, und die Bohröffnung, die der Schmarotzer gearbeitet hat, bedingt eine mittlere Einschnürung des Thieres. Aber hier ist es nicht nur der Kopf, sondern wohl mindestens noch fünf Segmente des Mittelleibes, welche in dem Wirththier stecken; da auch die Öffnung, aus welcher die Brut der Liriopæ ausschwärmt, sich an diesen Segmenten bildet, so muss der Schmarotzer, wenn die Brut reif ist, oder noch etwas früher, auch noch die äussere Mantelwand durchbrechen. Dies gelingt ihm wohl weniger durch Bohren, als weil sein

eigenes Wachsthum einen solchen Druck auf die vorliegenden Gewebe ausübt, dass dieselben atrophisch werden und endlich platzen. Der Parasit steckt dann mit dem Hinterleibe in der Mantelhöhle, mit dem Vorderleibe draussen im Freien. Antennen oder Mundorgane habe ich im Stadium der weiblichen Reife nicht mehr wahrnehmen können, und auch bei einigen anderen Gattungen ging es mir ähnlich. Dazu gehören die ebenfalls schon 1872 von mir gefundenen, jetzt genauer studirten Gattungen *Eumetor*, welche ganz einfach in der Mantelhöhle von *Sacculina* frei liegt, und *Cabirops*, welche die Bruthöhle der Bopyriden, also ihrer nächsten Verwandten bewohnt. Alle diese drei Gattungen liegen eben im erwachsenen Zustande mit dem Kopfe frei, und bedürfen daher dort keiner Fixations- oder Bohraparate. Freilich können sie dann auch keine Nahrung mehr aufnehmen. Aber dies haben sie auch nicht nöthig: auch *Cryptoniscus* und *Zeuxo* nehmen um diese Zeit nicht mehr Nahrung auf, obwohl ihr Kopf noch im Blut des Wirththieres steckt. Dies geht mit Sicherheit hervor aus der bei *Cryptoniscus* bereits von FRAISSE nachgewiesenen Rückbildung des Verdauungsapparates.

Die Erkenntniss der Natur dieses Verdauungsapparates ist auf mancherlei Zickzackwegen vorgeschritten; an ihren bisherigen Gang will ich hier nur kurz erinnern. RATHKE¹ hatte den Bopyriden eine aus sieben Paaren getrennt in den Darm mündender Follikel bestehende Leber zugeschrieben; CORNALIA und PANCERI² stellen, allerdings bei einer andern Gattung, statt dieser vierzehn Follikel zwei parallel mit dem Darm laufende Schläuche dar, deren Einmündung in den Darm sie nicht gesehen haben. BUCHHOLZ³ fand nun bei *Cryptothir balani*, zwischen Oesophagus und Enddarm eingeschaltet, ein relativ ungeheuer grosses, blasenförmiges, nach hinten in zwei Blindsäcke ausgezogenes Reservoir, das seiner Ansicht nach »wirklich als Darmcanal anzusehen ist«, und ein ähnliches Verhalten bei *Entoniscus* beschrieb zuerst F. MÜLLER⁴, dann FRAISSE⁵, von denen jener das Organ als Leber, dieser als Enddarm bezeichnet. Diese letztere Deutung, als Abschnitt des Darms, hält FRAISSE nun auch für ein entsprechendes Organ der *Cryptonisciden* fest, das freilich durch sein ganz gewaltiges Wachsthum bald jede Spur einer Theilung in zwei parallele Schläuche verliert. Ich habe mich schon an anderem Orte hinsichtlich der

¹ RATHKE, De Bopyto et Nereide, 1837, p. 9, tab. I, fig. 7b.

² CORNALIA e PANCERI, Osservazioni sopra un nuovo genere di crostacei isopodi sedentarii, *Gyge branchialis*, 1858, p. 16, tab. II, fig. 6e.

³ BUCHHOLZ, *Hemioniscus balani* a. a. O. S. 310 ff.

⁴ F. MÜLLER, *Entoniscus Porcellanae*, Archiv f. Naturgesch., Bd. XXVIII, S. 11.

⁵ FRAISSE, *Entoniscus Cavolinii*, 1878, S. 17.

Bopyriden und Entonisciden der Meinung derjenigen angeschlossen, welche dieses Organ für ein Homologon der sogenannten Leber der Crustaceen erklärt haben. Ich thue dies auch unbedingt hinsichtlich des Verdauungsorganes der Cryptonisciden: sowohl die Entwicklung des Organs aus einem Paar in den Vorderdarm mündender cylindrischer Blindschläuche, als auch die histologische Beschaffenheit, beweisen die Homologie mit der sogenannten Leber. Wie ich aber früher schon bezüglich der Bopyriden ausgesprochen habe, dass diese sogenannte Leber nicht lediglich als solche fungirt, sondern offenbar »eine Function als Darmabschnitt« übernimmt, so muss ich für die Cryptonisciden nunmehr entschieden behaupten, dass das Lumen dieser sogenannten Leber die Nahrung des Schmarotzers, die ja mit dem Blute des Wirththiers identisch ist, in colossalen Mengen aufnimmt; dass an diesem Orte diese Nahrung verdaut und resorbirt wird, wobei das Organ allmählich wieder zusammenschrumpft; und dass demnach der Name Leber physiologisch in keiner Weise mehr für das Organ zutrifft. Inzwischen ist ja nun aber auch zur Genüge erwiesen worden, dass die bisher sogenannte Crustaceenleber überhaupt keine Leber ist. Der Name beruht auf einem Irrthum, der durch den bedeutungslosesten Schein, durch die Färbung des Organs, hervorgerufen worden ist. Schon HOPPE-SEYLER¹ und KRUKENBERG² haben in dem Secret der sogenannten Leber der höheren Crustaceen ein diastatisches, ein pepsitisches, ein tryptisches und ein fettzersetzendes Enzym nachgewiesen. MAX WEBER³ glaubte denn auch in dem Epithel der Leber neben den eigentlichen Leberzellen eine zweite Art von Zellen zu finden, welche die obige, mehr pankreatische Function ausüben sollten: er nannte das Organ Hepatopankreas. Nun hat aber schon HOPPE-SEYLER am Flusskrebs und neuerdings FRENZEL⁴ an zahlreichen Seekrebsen nachgewiesen, dass in dem Secret überhaupt keine Gallenbestandtheile vorhanden sind. Es fehlen Gallensäuren, gallensaure Natron- und Kalisalze, es fehlt Bilifuscin und die verwandten Pigmente; auch auf Bilirubin wurde vergeblich untersucht. Dazu kommt, dass FRENZEL auch WEBER's Behauptung zweier verschiedener Epithelzellarten als Irrthum nachgewiesen hat. Bei meinen Epicaridien hätte ein solcher überhaupt nicht entstehen können. Kurz, dieses Organ ist überhaupt,

¹ HOPPE-SEYLER, Physiologische Chemie, S. 276.

² KRUKENBERG, Vergleich. physiol. Beitr. zur Kenntniss der Verdauungsvorgänge; und: Zur Verdauung bei den Krebsen; Untersuchungen a. d. physiol. Institut in Heidelberg, Bd. II.

³ M. WEBER, Über den Bau und die Thätigkeit der sog. Leber der Crustaceen. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. XVII, S. 385 ff.

⁴ J. FRENZEL, Über die Mitteldarmdrüse der Crustaceen. Mittheil. a. d. zool. Station zu Neapel, Bd. V, S. 50 ff.

wo es die Form einer Drüse hat, schlechtweg die verdauende Drüse der Krebsthiere, eine *Glandula intestinalis*. Bei den Epicaridien aber, und ganz besonders bei den Cryptonisciden, reicht das Darm-lumen zur Aufnahme der Speise nicht aus, und jenes Organ theiligt sich daran in ganz hervorragender Weise. Es wird so aus einer *Glandula intestinalis* ein *Intestinum glandulare*, ein als Darm fungirendes Reservoir mit einem secernirenden und zugleich resorbirenden Epithel.

Der für die Bopyriden und Entonisciden so charakteristische Saug-magen, mit den in sein Lumen vorspringenden gewaltigen Papillen, fehlt nicht nur bei Cryptothir, wo der larvenförmige Vorderkörper ohnehin keinen Raum dafür gewähren würde, sondern auch bei den übrigen Cryptonisciden; offenbar übernimmt bei ihnen das *Intestinum glandulare*, dessen Wandungen lebhaft Bewegungen ausführen, seine Function.

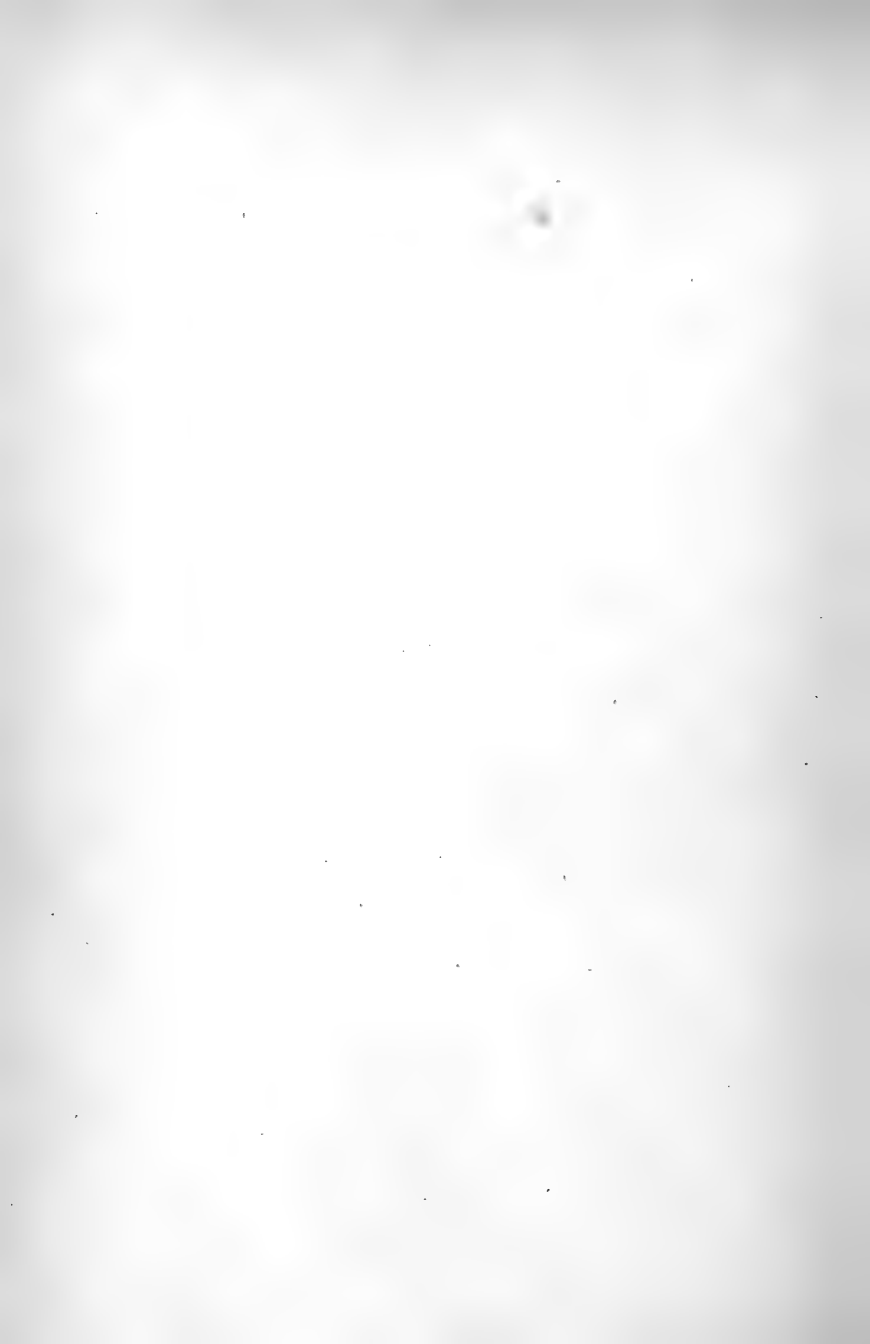
Was nun endlich den Enddarm anbetrifft, so ist sein Zusammenhang mit dem Vorderdarm bei stärker deformirten Thieren unterbrochen; nur bei Larven und jüngeren Weibchen findet man ihn noch. Wie BUCHHOLZ, F. MÜLLER und FRAISSE bereits gezeigt haben, ist er unweit vor dem After birnartig aufgebläht. (Einen After finde ich, FRAISSE's Angaben zuwider, auch noch bei ältern Thieren.) Von den stäbchenartigen Elementen des Inhaltes, die BUCHHOLZ beschreibt, habe ich so wenig wie FRAISSE etwas gesehen; auf meinen Schnitten ist das Lumen dieses Theiles überhaupt leer, da die grossen Zellen der Wandung papillenartig in dasselbe hineinragen, und nur einen geringen, sternförmigen Raum auf jedem Querschnitte freilassen. Dass den Enddarm Pigmentzellen umlagern, wie BUCHHOLZ und FRAISSE angeben, kann ich nicht bestätigen; das in der Umgebung des Darms abgelagerte braune Pigment ist extracellulär, und muss wohl als Harn-concrement angesehen werden. Ob es sich dabei, wie BLANC¹ vermuthet, um ein Abscheidungsproduct des Fettkörpers handelt, kann in diesem Falle als zweifelhaft angesehen werden, da sich überhaupt deutliche Fettkörperelemente selbst in den jüngsten von mir untersuchten Stadien nicht nachweisen liessen. Dies ist jedoch kein absolutes Hinderniss. Bei den Bopyriden und Entonisciden wird der Anfangs sehr mächtige Fettkörper in dem Maasse reducirt, als sich der Eierstock durch reifende Eier vergrössert: es ist begreiflich, dass bei den Cryptonisciden, wo schon so sehr früh Geschlechtsproducte, nämlich männliche, ausgebildet werden, der Fettkörper schon sehr früh reducirt wird; in gewissem Sinne wird er ja hernach auch entbehrlich durch

¹ BLANC, Observations faites sur la Tanaïs Oerstedii, Zoologischer Anzeiger, 1883, S. 637.

das *Intestinum glandulare*, das zwar nicht der Aufspeicherung bereits assimilirter Nahrungsstoffe, wie der Fettkörper, dient, wohl aber unassimilirte Nahrung in colossaler Menge anhäuft, die in dem Maasse, wie sie assimilirt wird, den Eiern direct zu Gute kommt. Es kann nun immerhin gedacht werden, dass die Harnmassen von einem Fettkörper, der während der jüngeren Larvenzeit existirte, abgeschieden seien; wirklich sind sie während der männlichen Geschlechtsreife am massenhaftesten vorhanden, und nehmen später nicht nur relativ, sondern auch absolut an Menge ab. Doch will ich nur die Möglichkeit angedeutet haben; näher liegt doch wohl die Vermuthung, dass diese Harnconcremente im Blute entstehen und sich in den wandungslosen Bluträumen ablagern, von denen die wichtigsten eben am Darm entlang verlaufen. Die Abnahme dieser Pigmentabsonderungen fällt mit dem Beginn der sedentären Lebensweise, also auch der völligen Änderung der Ernährung, zusammen, kann also wohl auch dadurch, statt durch den Schwund des Fettkörpers verursacht werden.

Dass die Enddarmsblase eine starkkriechende Substanz producire, wie FRAISSE behauptet, mag richtig sein, doch kann ich es nicht bestätigen, da ich unglücklicherweise — oder soll ich als Zoologe sagen: glücklicherweise? — mit einem sehr schwachen Geruchssinn ausgestattet bin.

Die übrigen innern Organe der Cryptonisciden zeigen keine erheblichen Abweichungen von denen der Bopyriden: was über sie und über die Details der äussern Organisation zu sagen ist, spare ich mir für meine monographische Publication.



Das Gesetz der Transformation der inneren Architektur der Knochen bei pathologischen Veränderungen der äusseren Knochenform.

Von Dr. JULIUS WOLFF
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. DU BOIS-REYMOND am 13. März [s. oben S. 179].)

Hierzu Taf. III.

In den Jahren 1870 bis 1872 habe ich den Nachweis zu liefern gesucht, dass im Gefolge sämtlicher aus beliebigem äusserem oder innerem Anlass entstehenden pathologischen Veränderungen der äusseren Form resp. der Belastung der Knochen gewisse Umwandlungen der inneren Architektur dieser Knochen vor sich gehen, und dass in gleichartigen Fällen jedesmal dieselbe Form der Umwandlung wiederkehrt. Ich suchte zugleich zu zeigen, dass diese Umwandlung in directer Beziehung zur Wiederherstellung der Function des pathologisch veränderten Knochens steht, dass sie demgemäss jedesmal im Sinne derjenigen Linien geschieht, welche die graphische Statik zur Darstellung der Vertheilung der Kräfte in belasteten Balken construirt, und dass mithin die innere Architektur pathologisch veränderter und trotzdem wieder functionirender Knochen ganz ebenso, wie diejenige normal gestalteter Knochen, unter dem Zwange mathematischer Regeln steht.

Der Kürze halber nenne ich das Gesetz der nach mathematischen Regeln erfolgenden Transformation der Knochenarchitektur bei pathologischen Veränderungen der äusseren Form und der Belastung der Knochen das „Transformationsgesetz“ der Knochen.

Gewisse Verhältnisse der normalen inneren Architektur der Knochen hatten sich mathematisch vorausbestimmen lassen, ehe sie an den Knochen selber gefunden worden waren.

So hatte ich die überall rechtwinklige Kreuzung sämtlicher Bälchen und Plättchen, welche auf frontalen, durch das menschliche

coxale Femurende geführten Längsschnitten von der lateralen und medialen Seite aus gegen das Hüftgelenk zu verlaufen, schon nach mathematischen Erwägungen feststellen können.

Ebenso hatte sich mir die neutrale Anordnung der Bälkchen, d. i. der Verlauf derselben senkrecht und parallel zur Knochenaxe, auf dem die »neutrale Faserschicht« darstellenden sagittalen und zugleich genau durch die Femuraxe geführten Längsschnitt, zunächst schon aus mathematischen Betrachtungen als nothwendig ergeben.

Die Möglichkeit solcher Vorausbestimmungen hatte denjenigen Autoren, welche anfänglich noch Zweifel an der Lehre von der statischen Bedeutung der inneren Architektur der Knochen gehegt hatten, als ein vor allem Anderen überzeugendes Argument für jene Bedeutung entgegengehalten werden können.

Ganz ebenso nun habe ich aber auch für Knochen mit pathologischen Formveränderungen die Richtigkeit des Transformationsgesetzes annehmen zu dürfen geglaubt, ehe ich noch Gelegenheit gehabt hatte, pathologische Präparate zu untersuchen.

Die mit Bezug auf HERMANN VON MEYER'S erste Mittheilungen über die »Architektur der Spongiosa« und auf CULMANN'S graphische Darstellung der Vertheilung der Kräfte in einem oberschenkelähnlichen Krahm vorgenommenen Studien hatten ergeben, dass die Natur durch den inneren Bau des Knochens die zweckmässigste Form und die grösste Leistungsfähigkeit mit einem Minimum von Materialaufwand erreicht.

Die beispielsweise am coxalen Femurende von der medialen Seite her aufsteigenden Knochenbälkchen durften als »Druckbälkchen« bezeichnet werden, weil in den Richtungen derselben die Knochenpartikelchen durch die auf dem Femurkopf aufruhende Körperlast am stärksten aneinander gedrückt werden, und weil durch den Umstand, dass gerade in diesen Richtungen massive Bälkchen vorhanden sind, der Knochen im Stande ist, dem durch die Belastung hervorgerufenen maximalen Druck Widerstand zu leisten.

In demselben Sinne hatten mit Bezug auf die durch die Belastung bewirkte maximale Zerrung der Knochenpartikelchen die von der lateralen Seite aufsteigenden Bälkchen als »Zugbälkchen« bezeichnet werden dürfen.

Es hatte sich weiterhin gezeigt, dass die Druck- und Zugbälkchen zugleich in denjenigen Richtungen verlaufen, in welchen allein die Körperlast keine schiebenden oder scheerenden Wirkungen, d. i. kein Bestreben der einzelnen Partikelchen je zweier unmittelbar benachbarter Längs- oder Querschnitte, sich gegeneinander zu verschieben, auszuüben vermag.

Ferner war es bereits durch HERMANN VON MEYER festgestellt worden, dass die sogenannte compacte Substanz der Knochen aus den directen Fortsetzungen der Bälkchen der sogenannten spongiösen Substanz besteht, dass also die compacte Region der Knochen nur als eine Zusammendrängung der in der spongiösen Region auseinandergefalteten Knochenbälkchen aufzufassen ist.

Endlich hatte sich die Markhöhle der Röhrenknochen als diejenige Stelle ausweisen lassen, an welcher die Knochensubstanz überflüssig, an welcher sie, wenn sie daselbst vorhanden wäre, statisch werthlos sein würde. Denn bei einer Construction der Vertheilung der Kräfte für einen Querschnitt aus der Mitte des oberschenkelähnlichen Krahns fielen, selbst wenn dieser Querschnitt voll angenommen wurde, und nicht, wie es ja der wirkliche Diaphysenquerschnitt ist, von vorn herein hohl, alle Zug- und Drucklinien an die Peripherie des Querschnitts, während die Mitte des Querschnitts, d. i. die der Markhöhle entsprechende Stelle, frei von jenen Linien blieb.

Nun lehrte aber weiterhin die graphische Statik, dass jede Veränderung der äusseren Form eines belasteten Balkens eine Abänderung der Richtungen des maximalen Zugs und Drucks, und damit eine veränderte Inanspruchnahme sämmtlicher einzelner Balkenpartikelen auf Druck-, Zug- und Scheerfestigkeit bedingt.

Auf den Knochen übertragen, bedeutete dies offenbar so viel, dass, wenn ein in seiner Form veränderter Knochen wieder functioniren soll, ihm dabei seine ursprünglichen, der früheren normalen Form angepasst gewesenen Bälkchen nicht mehr viel nützen können. Denn vermöge dieser Bälkchen ist der Knochen nicht mehr, wie früher, im Stande, dem maximalen Zug und Druck der Belastung Widerstand zu leisten. Überdies machen sich nach der Formveränderung in den Richtungen jener Bälkchen überall die früher beseitigt gewesenen scheerenden Wirkungen der Belastung geltend. Dagegen fallen die der veränderten Form entsprechenden Richtungen des maximalen Zugs und Drucks vielfach in die Lücken zwischen den ursprünglichen Bälkchen und in die ursprüngliche Markhöhle, woselbst ja früher das Vorhandensein von Knochensubstanz überflüssig gewesen war. Der Knochen genügt mithin in keiner Weise mehr den an ihn gestellten mechanischen Anforderungen. Schon bei verhältnissmässig geringfügigen äusseren Anlässen wird er eine Continuitätstrennung durch Zerdrücken, Zerreißen oder Abscheeren erfahren, wird er zusammenbrechen müssen.

Es konnte somit nach diesen mathematischen Betrachtungen schon von vorn herein mit Bestimmtheit angenommen werden, dass ein in seiner Form veränderter Knochen erst dann wieder zu functioniren

vermag, wenn seine durch die Formveränderung statisch werthlos gewordenen Bälkchen untergegangen, und durch neu entstandene, für die veränderte Form und Inanspruchnahme statisch brauchbare Bälkchen ersetzt worden sind.¹

Nachdem ich gleich an den ersten von mir untersuchten Fracturen- und Rachitispräparaten die in der That geschehene Umwandlung der ursprünglichen Bälkchenanordnung in ein neues, den veränderten Verhältnissen angepasstes Trajectoriensystem zu demonstrieren vermocht hatte, wurde derselbe Befund, zugleich an Ankylosepräparaten, von MARTINI und KÖSTER bestätigt.

Indess sind doch die in der Litteratur bisher vorliegenden objectiven Beweise des Transformationsgesetzes noch keineswegs genügende gewesen. Ich bin erst jetzt in der Lage, eine ausreichende objective Begründung des Transformationsgesetzes liefern zu können, und zwar auf Grund einer reichhaltigen Sammlung von Präparaten, die mir von vielen Vorstehern pathologischer Institute und chirurgischer Kliniken, in erster Reihe von Hrn. Geheimenrath VIRCHOW, gütigst zur Verfügung gestellt worden sind, und die, nachdem ich dünne Fournierblätter aus denselben hergestellt habe, an Schönheit und auf den ersten Blick überzeugender Beweiskraft für die Richtigkeit und Allgemeingültigkeit des Transformationsgesetzes die wenigen in meinen ersten Mittheilungen über diesen Gegenstand von mir beschriebenen Präparate weit überragen.

Es stellt sich mir damit zugleich die Aufgabe, eine Reihe von Schlussfolgerungen zu erörtern, die aus dem Transformationsgesetz für die Physiologie und Pathologie des Knochengewebes und anderer Gewebe hergeleitet werden müssen.

¹ Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass für diejenigen weichen Gebilde, denen eine functionelle Structur eigen ist, ein analoges Transformationsgesetz geltend sein muss, wie für die Knochen. — Dagegen scheint in den Pflanzen bei unnatürlichen oder künstlichen Abänderungen ihrer statischen Verhältnisse keine entsprechende Umwandlung der inneren Structur vor sich gehen zu können. Denn schon bei den durch das normale Dickenwachsthum der Pflanzen bedingten natürlichen Abänderungen der statischen Verhältnisse bleibt die zweckentsprechende Umwandlung aus. SCHWENDENER hat im Jahre 1874 durch seine Untersuchungen über das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen gezeigt, dass bei den nicht in die Dicke wachsenden Monocotylen das Skelet der allseitig biegegsfesten Organe (z. B. der Stämme der Bambusen, Lilien, Palmen u. s. w.) die Form eines hohlen Cylinders annimmt, und dass demnach ein solches Organ einem rationell construirten Mastbaum des Technikers entspricht. Dagegen kommt nach SCHWENDENER's Nachweis bei den in die Dicke wachsenden Pflanzen aus der Abtheilung der Dicotylen und Coniferen (z. B. bei den Stämmen unserer Laub- und Nadelbäume), in Folge des Dickenwachsthums, eine fast compacte, also irrationell gebaute Säule zu Stande.

Ich werde zunächst die Bedeutung der Transformationen für die Lehre von der Heilung der Knochenbrüche, von der Rachitis und vom Genu valgum zu erörtern haben, dann die Bedeutung derselben für die Lehre vom Knochenwachsthum, von der Regeneration der Gewebe und vom Kampf der Theile im Organismus.

I. Die Heilung der Knochenbrüche.

Die Invalidität gebrochener Knochen und die Beseitigung der Invalidität.

Alle Autoren, welche bisher den Heilungsvorgang bei Knochenbrüchen untersucht haben, meinten, dass die Functionsunfähigkeit eines gebrochenen Knochens eben nur durch die Continuitätstrennung selber bedingt sei, dass mithin die Bruchstelle der alleinige Sitz der Invalidität eines gebrochenen Knochens sei, und dass die der Bruchstelle nicht unmittelbar benachbarten Theile des Knochens, die bei dem Trauma keinen directen Schaden erlitten haben, auch nicht mit invalide geworden seien. Man glaubte demgemäss, dass zur Aufhebung der Invalidität des gebrochenen Knochens die Natur nichts weiter zu thun nöthig habe, als eine recht feste Zusammennietung der Fragmente herzustellen. Wie GALEN die Fracturenheilung mit der Verklebung zweier Holzstücke durch Tischlerleim verglichen hat, so fassen auch noch die heutigen Autoren die Fracturenheilung als eine blossе »Siegelackverklebung« der Fragmente mit Organisation des Siegelacks zu wahrer Knochensubstanz auf.

Aus einem einfachen und nahe liegenden Beispiel dürfte leicht das Irrthümliche dieser Anschauung ersichtlich werden. Eine mitten hindurch gebrochene Säule muss, wenn sie wieder, wie früher, als Trägerin ihres Daches benutzt werden soll, nicht blos an der Bruchstelle sorgfältig vernietet werden; man muss vielmehr die beiden Bruchstücke offenbar auch noch wieder in ganz genau senkrechter Richtung aneinander gefügt haben. Bei der geringsten Abweichung eines der beiden Bruchstücke vom Senkblei ist die Säule, und wenn auch die allerfestesten eisernen Ringe um die Bruchstelle gelegt worden sind, nicht mehr tragfähig, und die Baufähigkeit des durch die schiefe Säule gestützten Daches würde erst dann als aufgehoben betrachtet werden können, wenn wir zuvor der schiefen Säule selbst etwa noch durch seitlich angebrachte Stützen ihre Tragfähigkeit wiedergegeben hätten.

Nun hat man ja aber jederzeit gewusst, dass die Fracturen meistens mit recht erheblichen, oft sogar mit ganz enormen Dislocationen der Fragmente heilen. Ja es war längst durch M. J. WEBER darauf hingewiesen worden, dass die Möglichkeit einer Heilung ohne alle Dislocation nicht wohl denkbar sei.

Wenn man somit bei einem gebrochenen und schiefgewordenen Knochen die reparatorische Thätigkeit der Natur mit der Vernietung der Bruchstelle für erledigt gehalten hat, so liess man damit für den lebendigen Knochen, der nachher wieder den mannichfaltigsten subtilen Anforderungen an seine mechanische Leistungsfähigkeit genügen soll, etwas gelten, was man für die leblose Säule gewiss nicht würde gelten gelassen haben.

Der Grund für eine solche Anschauung über den Knochen lag darin, dass man thatsächlich an dem schiefgewordenen und doch wieder gut functionirenden Knochen Nichts oder doch nur äusserst wenig von den seitlichen Stützen fand, die man für eine schiefe Säule verlangt haben würde. Man übersah dabei, dass die Natur die seitlichen Stützen in der Regel nicht aussen aufbaut, sondern bei Weitem vorwiegend im Inneren des gebrochenen Knochens.

Jetzt, nachdem es uns durch die Kenntniss der statischen Bedeutung der inneren Architektur der Knochen klar geworden ist, dass jede mit noch so geringer Dislocation geheilte Fractur sämtlichen Bälkchen des ganzen Knochens ihre Druck-, Zug- und Scheerfestigkeit raubt, oder dieselbe doch wenigstens sehr herabsetzt, liegt es auf der Hand, dass die Zusammennietung der Fragmente nur der kleinere Theil der Arbeit sein kann, welche der Natur obliegt, während sie den viel grösseren Theil zu vollziehen hat an allen den unendlich zahlreichen Partikelchen der von der Verletzung gar nicht direct betroffenen Theile des Knochens.

Mag also der verklebende Lack an der Bruchstelle noch so voluminös sein, und mag er die Festigkeit des Eisens haben, so hat doch durch diesen Lack allein die Natur noch so gut wie Nichts gethan für die Wiederherstellung der Function, für das Gefühl der Sicherheit, welches der Kranke beim Wiedergebrauch des Gliedes gewinnen muss, und welches er nur gewinnen kann nach Restitution der verlorenen statischen Festigkeit sämtlicher Partikelchen des gebrochenen Knochens.

Die Transformation gebrochener Knochen.

Jedes einzige meiner Präparate von geheilten Fracturen zeigt in der That zweckentsprechende Umwandlungen an Stellen, die bei dem Bruch vollkommen unverletzt geblieben sind.

In jedem Präparate finden wir beim Vergleich mit normalen Präparaten die Bälkchen in den Richtungen ganz neuer Trajectoriensysteme angeordnet. Wir sehen also eine Reihe von Bälkchen, von denen wir den bestimmten Nachweis liefern können, dass sie im Moment der Fractur noch nicht vorhanden gewesen sind, dass sie also in ihrem ganzen, sich weit über die Bruchstelle hinaus erstreckenden Verlauf sich neu gebildet haben, und dass ihre Bildung ausschliesslich durch die Nothwendigkeit des Vorhandenseins von Knochen-substanz in der Richtung dieser Bälkchen bedingt gewesen ist. Dahingegen finden wir, dass ebenso fern von der Bruchstelle andere Bälkchen untergegangen sind, von denen wir ebenso bestimmt wissen, dass sie früher vorhanden gewesen, und erst durch die Formveränderung des Knochens statisch überflüssig geworden sind (vergl. Fig. 1).

Ferner zeigt der Vergleich mit der äusseren Form normaler Präparate, dass die an der Bruchstelle und fern von derselben vor sich gehende Apposition neuer und Resorption früher vorhanden gewesener Knochenpartikelchen sich nicht nur auf die Umänderung der Richtungen einzelner Bälkchen beschränkt, dass es sich dabei vielmehr zugleich um die Neubildung und den Schwund ganzer grösserer Knochenpartien handelt. So schwindet zuweilen bei gewissen Schenkelhalsbrüchen der im Moment der Fractur das herabgesunkene *Caput femoris* weit überragende *Trochanter major*, und es bildet sich ein neuer *Trochanter* aus der tiefer gelegenen *Spongiosa*. Die breite dreieckige Lücke, von der man bei manchen anderen Schenkelhalsbrüchen, — und zwar bei der hier gewöhnlich stattfindenden Einkeilung der medialen Seite des oberen in die *Spongiosa* des unteren Fragments, — nachweisen kann, dass sie an der lateralen Seite des Knochens im Moment der Fractur bestanden haben muss, füllt sich mit einer ganz und gar neuen *Spongiosa* aus, deren Architektur genau in das Gesamtbild der übrigen neu-entstandenen Architektur hineinpasst. — Nach unten vom ADAMS'schen Bogen entsteht ferner bei Schenkelhalsbrüchen fast constant eine gänzlich neue, mächtige Knochenneubildung (s. Fig. 1), die man bisher meistens irrthümlicherweise als »fehlerhaft beschaffenen Callus« angesehen hat, die sich aber als durchaus physiologische mit zweckentsprechender innerer Architektur versehene Bildung erweist, und die mithin vielmehr als eine seitliche Stütze oder Schutzwehr für die gefährdetste Stelle des Knochens zu betrachten ist.

Dagegen entsteht fast ganz constant mitten in der *Spongiosa*, und zwar im *Collum femoris* oberhalb der Bruchstelle eine neue Markhöhle. (Fig. 1.)

Bei dem, was man als Callusbrücken zwischen zwei weit von einander abstehenden Fragmenten beschrieben hat, handelt es sich

keineswegs um wirkliche Callusbrücken, sondern vielmehr um statische Brücken; sie entstehen nicht als etwas Zufälliges oder als ein Residuum des Callus; sie bilden sich vielmehr nur an solchen oft ziemlich weit von der Bruchstelle entlegenen Knochenpunkten, an welchen die statischen Gesetze das Vorhandensein eines in Form einer Brücke erscheinenden stützenden Pfeilers verlangen.

Bei Diaphysenbrüchen ferner entsteht nicht nur an der Bruchstelle eine völlig neue *Spongiosa*; es verändern sich vielmehr auch die weit von der Bruchstelle entlegenen Epiphysen, insofern einmal die Markhöhle an der Epiphysengrenze eine excentrische Lage erhält, und insofern zweitens auch hier wieder mitten in der alten *Spongiosa* neue, unter analogen Verhältnissen regelmässig wiederkehrende Markhöhlen entstehen.

Ja es zeigen sich endlich sogar mächtige Umwandlungen an den ganz gesunden Nachbarknochen, sobald aus irgend welchen Gründen der gebrochene Knochen selber nicht wieder functionsfähig wird. Tritt beispielsweise an der gebrochenen *Tibia* eine Pseudarthrose ein, so kann, wie dies zuerst WILHELM ROUX nachgewiesen hat, die *Fibula* die Function der *Tibia* übernehmen, und sich zu diesem Zwecke bis zum Drei- oder Vierfachen ihrer natürlichen Circumferenz verdicken.

Beurtheilung der Vorgänge an der Bruchstelle.

Die Bruchstelle, welche ja unmittelbar nach der Verletzung die Stätte der entzündlichen Callusbildung ist, wird, wie wir gesehen haben, später die Stätte derselben Architekturneubildung, welche den ganzen Knochen, also auch die weit von der Bruchstelle entlegenen Regionen desselben betrifft.

Trotz des Zusammentreffens an einer und derselben Stelle walten indess gar keine Beziehungen zwischen der früheren entzündlichen Bildung und der späteren statischen Bildung ob. Das Product der statischen Vorgänge entsteht nicht etwa aus dem der entzündlichen Vorgänge; beide sind vielmehr gänzlich heterogen, und es setzt sich eben nur, während das Entzündungsproduct vollkommen untergeht, das Product der statischen Vorgänge an dessen Stelle.

Es ist also ein Irrthum, wenn dasjenige, was man als bleibendes Gebilde lange Zeit nach der Heilung des Bruchs an der Bruchstelle vorfindet, bisher ganz allgemein als Endumwandlungsproduct des Callus betrachtet worden ist. Das, was DUPUYTREN »definitiven Callus«, andere Autoren den »zweiten« oder »späteren Callus« genannt haben, ist vielmehr in Wirklichkeit gar kein Callus, und hat mit dem Callus gar nichts gemein.

Betrachten wir ein bei der Architekturtransformation neuentstandenes Knochenbälkchen, so sehen wir, dass dasselbe, indem seine Richtung eine regelmässige und continuirliche Spannungstrajectorie repräsentirt, aus dem unteren Fragment über die Bruchstelle hinweg, und selbst über ursprüngliche durch Diastase bedingte grössere Lücken der Bruchstelle hinweg in das obere Fragment hineinverläuft. Wenn es nun selbstverständlich ganz unmöglich ist, die sehr fern von der Bruchstelle gelegenen Anfangs- und Endstücke jener Spannungsbälkchen in Beziehung zum Callus zu bringen, so würde es offenbar auch unrichtig sein, dasjenige Stück aus der Mitte jenes Spannungsbälkchens, welches zufällig an der Bruchstelle zu liegen kommt, als Callus resp. definitiven Callus zu betrachten.

Hat es sich ja doch gezeigt, dass die statischen Vorgänge bei Diaphysenbrüchen ihren Sitz zugleich an den weit entlegenen Epiphysen haben, ja, dass ganz gesunde Nachbarknochen die Erscheinungen einer mächtigen compensatorischen Hypertrophie darbieten können, dass also die statischen Vorgänge auch an solchen Örtlichkeiten stattfinden, an welchen ohne Weiteres jede Beziehung zur Callusbildung an der Bruchstelle ausgeschlossen ist.

Ja, es kann schon aus dem sehr einfachen Grunde dasjenige, was wir als Theilerscheinung der allgemeinen Architekturtransformation an der Bruchstelle vorfinden, mit dem früher an der Bruchstelle vorhanden gewesenen Callus nichts gemein haben, weil es überhaupt gar keine directen Beziehungen zu der Fractur hat. Es würde auch entstanden sein, wenn der Knochen gar nicht gebrochen, wenn er vielmehr durch irgend eine andere, ohne Continuitätstrennung und also auch ohne Callusbildung einhergehende Affection, beispielsweise durch Rachitis oder Ankylose, unter ähnliche von der Norm abweichende Verhältnisse der Form und Belastung, wie sie bei Fracturen eintreten, versetzt worden wäre, und wenn der Knochen unter diesen veränderten Verhältnissen hätte weiter functioniren sollen.

Fig. 2 zeigt eines meiner zahlreichen Ankylose-Präparate. Es handelt sich um eine in ungefähr rechtem Winkel stehende rechtsseitige Hüftgelenksankylose. Man sieht, dass Femur und Becken auch der inneren Architektur nach nur einen einzigen Knochen darstellen. Ein ganz neues Trajectoriensystem ist entstanden, dargestellt durch büschelförmige Bälkchen, welche von dem Sattel zwischen der Stelle des früheren *Collum femoris* und der des *Corpus ossis pubis* nach allen Richtungen divergirend gegen den *Trochanter major*, gegen die Mitte der *Incisura ischiadica major* und gegen *Pecten ossis pubis* hin verlaufen, und aus Kreissegmenten, welche orthogonal zu sämtlichen Zweigen des Büschels stehen. Die äusserst zierliche Architektur des

Präparates, für die es unter normalen Verhältnissen an keiner Körperstelle etwas Ähnliches giebt, kehrt bei sämtlichen Präparaten von Hüftgelenksankylose mit analoger Winkelstellung jedesmal wieder.

Es geht aus allen diesen Umständen hervor, dass die statische Bildung nirgends, also auch nicht an der Bruchstelle gebrochener Knochen, der entzündlichen Callusbildung als einer Vorstufe oder Matrix bedarf, und dass die Entstehungsursache beider Bildungen eine völlig verschiedene ist. Die Callusbildung verdankt ihren Ursprung dem Entzündungsreiz, die statische Bildung dagegen dem weiter unten noch eingehender zu erörternden »trophischen Reiz der Function«.

Was das mikroskopische Verhalten der Vorgänge an der Bruchstelle anbelangt, so hat man bisher gemeint, dass der Callus, der sich durch überschüssige Apposition als eine heterologe, aus poröser Knochensubstanz mit primären Markräumen bestehende Masse bilde, ein zwiefaches späteres Schicksal habe.

Ein Theil des Callus, so viel als eben überschüssig sei, sollte resorbiert werden, während der übrige Theil sich durch allerhand Appositions- und Resorptionsvorgänge allmählich und unter sehr verschiedenen Übergangsformen in vollkommen ausgebildete homologe Knochensubstanz umwandeln sollte.

Diesen zwiefachen Vorgang der Resorption einerseits und der allmählichen Umformung andererseits hat man als »Rückbildung des Callus« beschrieben.

Nun zeigen ja aber unsere Präparate, dass an den fern von der Bruchstelle gelegenen Knochenregionen das Product der statischen Vorgänge in keiner Weise und zu keiner Zeit von dem normalen Knochengewebe unterscheidbar ist, dass also diesem Product schon vom ersten Moment seines Entstehens ab das histiologische Gefüge normaler Knochensubstanz zukommt.

Es muss also auch an der Bruchstelle das Product der statischen Vorgänge von vorn herein normales Gefüge haben, und es kann keine Übergänge zwischen der entzündlichen porösen Bildung und der persistenten Bildung geben. Der Callus selbst bietet allerdings bei seinem Entstehen ein anderes Aussehen dar, als wenn er dem Untergange nahe ist; aber sein späteres Schicksal ist doch kein zwiefaches. Es wandelt sich keineswegs ein Theil des Callus in statisch brauchbares Knochengewebe um; vielmehr verfällt der ganze Callus der Resorption. Damit ist es natürlich nicht ausgeschlossen, dass die aus dem Zerfall des Callus hervorgehenden Molecüle zur Bildung des statisch brauchbaren Knochengewebes mit verwendet werden können; indess entzieht sich die Art und Ausdehnung dieser Verwendung bis jetzt unserer Controle.

Die Frage von der Wiederherstellung möglichst normaler Formen des gebrochenen Knochens.

Bekanntlich stellt sich bei Fracturen der Diaphysen der langen Röhrenknochen mit sehr geringer Dislocation die an der Bruchstelle ursprünglich durch den »Markeallus« ausgefüllte Markhöhle später, wenn auch niemals ganz vollkommen, so doch ziemlich gut wieder her.

Aus diesem Umstande und aus der Beobachtung, dass natürlich bei der Resorption des anfänglich sehr difförmigen Callus eine Abglättung der an der Oberfläche der Bruchstelle vorhanden gewesenen Kanten, Zacken und Vorsprünge stattfindet, hat man bisher immer den Schluss gezogen, dass die Natur das Streben habe, so viel als möglich zur ursprünglichen normalen Form des Knochens zurück-zukehren. Namentlich sollte unter allen Umständen, auch bei den stärksten Dislocationen, die Markhöhle an der Bruchstelle sich wieder herstellen.

Schon im Jahre 1872 habe ich nachweisen können, dass bei Fracturen, die mit starker Dislocation heilen, die Markhöhle an der Bruchstelle im Gegentheil in der Regel das ganze spätere Leben hindurch von einer »wohlmotivirten« und unentbehrlichen *Spongiosa* ausgefüllt bleibt.

Die Markhöhle stellt sich also keineswegs unter allen Umständen wieder her. Ob sie sich wiederherstellt oder nicht, das hängt von den statischen Verhältnissen ab, die in Folge der Veränderung der Knochenform eingetreten sind.

Während ja unter normalen Verhältnissen die für die Diaphyse construirten Spannungstrajectorien der graphischen Statik in die Rinde des Knochens fallen, und die Markhöhle frei lassen, fallen sie bei Krümmungen der Diaphyse in die Mitte des Knochens zwischen der peripherischen Rinde, also mitten in die Markhöhle hinein. Es ergiebt sich hieraus, dass jede Dislocation bei einer Fractur vielmehr das Streben der Natur bedingen muss, die Markhöhle an der Bruchstelle mit einer neuen *Spongiosa* ganz oder theilweise auszufüllen, also zu Verhältnissen zu gelangen, die, weil sie nicht mehr der ursprünglichen Statik entsprechen, auch von der ursprünglichen Form durchaus abweichen müssen.

Werden wir ja doch weiter unten bei Betrachtung der rachitischen Präparate sehen, dass auch hier die Stelle der stärksten Krümmung das ganze Leben hindurch von einer neuen, durch die veränderten statischen Verhältnisse erforderlich gewordenen *Spongiosa* ausgefüllt bleibt. Die persistente Ausfüllung mit »wohlmotivirter« *Spongiosa* zeigt sich also nicht bloss an Markhöhlenstellen, die früher

durch *Callus* ausgefüllt waren, sondern sie findet sich auch, wenn es die statischen Gesetze verlangen, an ursprünglich vollkommen leeren Markhöhlenstellen.

Noch aus vielen anderen grösstentheils bereits oben angeführten Umständen lässt es sich beweisen, dass die Natur nicht zu den ursprünglichen Knochenformen zurückzukehren strebt.

Wir zeigten, dass mitten in der früheren *Spongiosa* sehr häufig neue Markhöhlen entstehen, sobald die veränderten statischen Verhältnisse das Vorhandensein von Knochensubstanz an der betreffenden Stelle überflüssig gemacht haben.

Wir sahen ferner, dass die Markhöhle an der Epiphysengrenze häufig eine excentrische Lage erhält.

Endlich konnten wir nachweisen, dass sich häufig aussen am Knochen unter grösster Abweichung von der normalen Form neue Stützpfiler und statische Brücken entwickeln.

Es stellt sich also in der That nicht die ursprüngliche Form, sondern nur die Function wieder her und eine ausschliesslich durch die Function bestimmte Form; mag diese neue Form von der ursprünglichen normalen so verschieden sein, wie sie wolle.

II. Die Rachitis.

An rachitischen Knochen machen sich die durch die veränderte Form und Belastung hervorgerufenen Transformationen durch zwei sehr auffällige Erscheinungen bemerklich, einmal durch die Verengung oder Verschliessung der Markhöhle an Krümmungsstellen des Mittelstücks der Diaphysen, und zweitens durch die Bildung alternirend compacter und spongiöser Lagen der *Corticalis* an Krümmungsstellen der Knochenenden.

Die Verengung der Markhöhle an Krümmungsstellen des Mittelstücks der Diaphysen.

Du VERNEY war der erste, welcher beobachtete, dass die Markhöhle rachitischer Knochen an der Krümmungsstelle mehr oder weniger vollkommen sich mit Knochensubstanz ausfüllt, und RUFZ zeigte zuerst, dass die Markhöhle in denjenigen Fällen, in welchen sie nicht vollständig ausgefüllt ist, auf ein geringes, zuweilen fast

fadenförmiges Lumen reducirt wird, welches stets an der convexen Seite der Krümmung gelegen ist.

VIRCHOW, der diesen Fund bestätigte, wies GUÉRIN's Erklärungsversuch für die Verengung der Markhöhle, nach welchem durch Auseinanderdrängen der Lamellen der compacten Substanz die letzteren in den Markeanal hineingedrängt werden sollten, zurück. Auch liess er die Erklärung DU VERNEY's, welcher die Analogie mit einer Federpose herbeizog, deren innere Wand sich der äusseren nähert, wenn man sie biegt, nur zum Theil gelten. VIRCHOW selbst wies bekanntlich nach, dass in vielen Fällen von Rachitis der Röhrenknochen eine Infraction der an der concaven Seite gelegenen Knochenwand bei unverletztem Periost eintrete, und dass in solchen Fällen, wenn sie frisch zur Untersuchung gelangen, die Ausfüllung der Markhöhle an der concaven Seite durch Callus bedingt sei.

Es blieb indess nach VIRCHOW's Darstellung bis jetzt noch zweifelhaft, ob die Verengung und Verschliessung der Markhöhle eine vorübergehende sei, oder ob sie auch noch nach Ablauf des rachitischen Processes resp. der Callusproduction an der Krümmungsstelle das ganze spätere Leben hindurch bestehen bleibe.

Meine Untersuchungen haben nun ergeben, dass die Ausfüllung der Markhöhle an der Krümmungsstelle rachitischer Knochen nur dann eine vorübergehende Bildung ist, wenn die rachitischen Knochen sich wieder gerade strecken, dass dagegen, wenn die Krümmung das ganze spätere Leben hindurch bestehen bleibt, auch die Ausfüllungsmasse eine permanente ist.

Die Ausfüllung ist gar nicht direct durch die Rachitis oder durch die vorhanden gewesenen Infractionen oder Fracturen bedingt, sondern nur indirect durch die in Folge der Rachitis resp. der rachitischen Infractionen eingetretene Veränderung der Form des Knochens resp. seiner Belastung. Es handelt sich also bei der Ausfüllungsmasse um ganz dieselbe statische Bildung, welche wir oben bei den gewöhnlichen Fracturen und bei Ankylosen kennen gelernt haben, und welche wir ebenso bei allen angeborenen und erworbenen Deformitäten wiederfinden.

Demgemäss zeigt denn auch die Ausfüllungsmasse eine ganz bestimmte, in jedem Falle wiederkehrende Architektur.

Auf Schnitten, die von der concaven Seite gegen die convexe hin durch den Knochen geführt werden, findet sich gewöhnlich, unmittelbar an der Innenwand der concaven Seite beginnend, und mehr oder weniger vollkommen bis zur convexen Seite hinüberreichend, eine Reihe von Längsbalken, die in ihrer Mitte, also im Centrum der Krümmungsstelle, parallel mit einander und mit den Knochen-

wänden verlaufen. An ihren Endpunkten, also gegen die Stelle hin, wo die Markhöhle wieder frei wird, convergiren die Längsbälkchen, und zwar immer gegen die concave Wand hin. Die Markhöhle erhält auf diese Weise, sowohl nach oben, als nach unten von der Ausfüllungsmasse, eine dreieckige Begrenzung.

Senkrecht zu den Längsbälkchen stehen querverlaufende Bälkchen und stärkere Stützfeiler, welche von der concaven Wand mitten durch die Markhöhle zur convexen hinüberlaufen, und welche die convexe Wand bei gleichmässigem Krümmungsbogen rechtwinklig, bei ungleichmässigem aber an einigen Stellen, je nach der Lage des ideellen Centrums des Bogens, mehr oder weniger spitzwinklig treffen.

Während die Markhöhle durch diese Bälkchen eingengt erscheint, ist der Knochen selber an der Krümmungsstelle, entsprechend der hier besonders starken Inanspruchnahme und grossen Gefährdung der Knochensubstanz meist erheblich dicker, als an den darüber und darunter gelegenen mit freier Markhöhle versehenen Diaphysenstellen. Du VERNEY's Vergleich mit der Federpose erweist sich also auch aus diesem Grunde als nicht zutreffend. Wenn der Vergleich richtig wäre, so müsste der Knochen in der Richtung von der concaven zur convexen Seite an der Krümmungsstelle einen kleineren Durchmesser haben, als an den höher und tiefer gelegenen Stellen.

Noch viel wichtiger und noch sicherer die statische Bedeutung der Ausfüllungsmasse beweisend ist der Befund der Architektur der letzteren auf Schnitten, die senkrecht zu den soeben beschriebenen stehen, die also mitten hindurch zwischen der convexen Zugwand und der concaven Druckwand gelegt worden sind, und die somit die »neutrale Faserschicht« der Krümmungsstelle der rachitischen Knochen darstellen. Genau so, wie auf den durch die neutrale Faserschicht des normalen coxalen Femurendes geführten Schnitten, zeigt sich, wie von vorn herein zu erwarten war, auch hier wieder ein neutraler Bälkchenverlauf, nämlich der Verlauf parallel und senkrecht zur gekrümmten Axe.

Die alternirenden Schichten der *Corticalis* an Krümmungsstellen der Knochenenden.

An der Diaphyse von Knochen mit florider Rachitis besteht die *Corticalis* gewöhnlich aus einer Reihe eng an einander liegender, in einander geschachtelter Knochenlagen, an welchen es sich viel besser als an normalen Knochen demonstrieren lässt, dass die *Corticalis* nichts als eine zusammengedrückte *Spongiosa* ist. Es handelt sich hier um

diejenige Schichtung der *Corticalis*, welche GUÉRIN und KASSOWITZ als Folge rachitischen Schwundes ansehen, während VIRCHOW sie durch mangelhafte Ossification der vom Periost her apponirten Balkennetze erklärt hat.

Ausser dieser Ineinanderschachtelung der Knochenlagen der Diaphyse beobachtet man nun aber unter Umständen auch noch an der Rinde rachitischer Knochen weit aus einander gefaltete compacte Lagen, welche mit entsprechend dicken Lagen von theils feinen spongiösen Balkennetzen, theils GUÉRIN'schem spongioidem Gewebe alterniren. Auch dieser Befund ist sehr treffend bereits von VIRCHOW beschrieben worden.

Meine Präparate zeigen nun, dass es sich bei diesen weit aus einander gefalteten compacten Lagen der Knochenrinde ebenfalls lediglich um statische Bildungen handelt. Ich fand die weite Auseinanderfaltung immer nur an einer ganz bestimmten Stelle, und zwar an der concaven Seite der Krümmungsstelle solcher rachitischer Knochen, deren Hauptkrümmung nicht in der Mitte, sondern am Ende der Diaphyse, nahe der unteren Epiphysenlinie gelegen ist. Hier durchziehen die alternirenden compacten Lagen immer in genau derselben Weise die *Spongiosa* und die spongioiden Massen des Diaphysenendes.

Sie erscheinen in ihrer Gesamtheit als eine im Wesentlichen directe senkrechte Fortsetzung des Mittelstücks der *Corticalis* der concaven Seite nach unten, und ersetzen so das durch die Verkrümmung aus der senkrechten Richtung herausgekommene und dadurch für die Function unbrauchbar gewordene Endstück der *Corticalis* der concaven Seite. Zwischen den alternirenden Lagen compacter Substanz befinden sich die ebenfalls bereits von VIRCHOW beschriebenen senkrecht zu ihnen stehenden Radien, und in dem dadurch erzeugten Maschenwerk liegen nahe der Epiphysenlinie durchweg spongioiden Massen, weiter nach der Mitte hin dagegen meistens feinere spongiöse Bälkchen oder Mark, und nur seltener spongioides Gewebe.

Nachdem es durch die Untersuchungen der inneren Architektur rachitischer Knochen festgestellt worden ist, dass bei der Rachitis neben den bekannten pathologischen Veränderungen des Knochengewebes stets gleichzeitig rein physiologische statische Bildungen von Knochengewebe einhergehen, wird es eine wichtige und interessante Aufgabe der weiteren histiologischen Forschung sein, genauer festzustellen, in welcher Art und Weise die pathologische und physiologische Bildung sich in jedem Moment mit einander combiniren, und wie viel von dem, was man bisher als das Wesentliche der histiologischen Vor-

gänge bei der Rachitis dargestellt hat, zu den physiologischen, wie viel dagegen wirklich zu den pathologischen Bildungen gehört.

Es handelt sich hierbei für die Rachitis offenbar um viel complicirtere Verhältnisse, als für die Fracturen. Während bei den Fracturen die krankhafte Bildung bald wieder schwindet, und zwar in demselben Maasse, in welchem die statische Bildung und die Wiederherstellung der Function sich geltend machen, müssen bei der Rachitis mit ihrem sehr chronischen Verlauf pathologische und physiologische Bildung oft Jahre lang unmittelbar neben oder durch einander einherschreiten. Denn der rachitische Knochen functionirt, wenn auch in unvollkommener Weise, bereits wieder zu einer Zeit, in welcher der Krankheitsprocess noch lange nicht ganz abgelaufen ist. Zu dieser Zeit findet man in rachitischen Knochen gleichzeitig die oben beschriebenen festen statischen Knochenbälkchen, das GRÉVIS'sche *Spongoid* und die bekannten weichen, ebenfalls schwammähnlichen periostalen Auflagerungen auf den Diaphysen.

III. Das Genu valgum.

Dass beim *Genu valgum* resp. *varum* sich Transformationen der inneren Architektur vollziehen müssen, die der Formveränderung namentlich der in der Regel vorzugsweise betroffenen *Tibia* entsprechen, kann nach den vorangegangenen Erörterungen von vorn herein nicht dem geringsten Zweifel unterliegen.

In der That ist die Annahme von MIKULICZ, dass in keinem Falle von *Genu valgum* hochgradige und auffällende Veränderungen der inneren Architektur wahrzunehmen seien, irrtümlich, und sein Versuch einer Erklärung jenes vermeintlichen Umstandes war mithin unnöthig.

Entsprechend dem Grade der Krümmung des Knochens zeigt sich vielmehr eine mehr oder weniger hochgradige Transformation des gesammten Trajectoriensystems, dessen sämtliche Bälkchen eine von derjenigen des normalen Trajectoriensystems verschiedene und in die deforme Gestalt des Knochens genau hineinpassende Richtung annehmen.

Dazu gesellt sich gewöhnlich eine Verdickung der spongiösen und compacten Substanz an der mehr belasteten lateralen Seite gegenüber einer Verdünnung derselben an der weniger belasteten medialen Seite.

Endlich findet sich die schon von MARTINI auch für das *Genu valgum* beschriebene, von MIKULICZ dagegen irrthümlicher Weise bestrittene excentrische Lage der Markhöhle. An der lateralen Seite des oberen Tibiaendes reichen bei *Genu valgum* die spongiösen Balkennetze viel weiter herab, als an der medialen, und dadurch verschiebt sich die Markhöhle an der Spongiosagrenze erheblich nach der medialen Seite hin.

Ferner ist MIKULICZ's Annahme, dass in der Regel eine rachitische oder der rachitischen ähnliche Erweichung am Diaphysenende des *Femur* oder der *Tibia* das *Genu valgum* veranlasse, und dass es sich dann um eine blosse schiefe Ansetzung der Diaphyse an die Epiphyse handle, keinesweges für die Mehrzahl der Fälle zutreffend. Meistens ist vielmehr weder das Diaphysenende der *Tibia*, noch sonst irgend ein Theil des *Femur* oder der *Tibia* erkrankt. Die Verbiegung betrifft dann gleichmässig die ganze *Tibia*, und es folgt daraus, dass die bekannten Veränderungen der statischen Verhältnisse, wie sie z. B. bei Bäckerlehrlingen obwalten, für sich allein im Stande sind, den an sich gesunden Knochen nach Ablauf eines längeren Zeitraums vollständig zu verbiegen. Haben wir ja doch bei den Fracturen gesehen, dass Veränderungen der statischen Verhältnisse selbst noch bei erwachsenen Personen den Knochen so umzuwandeln vermögen, als wäre er von Wachs!

Dagegen bestätigt das Verhalten der Architektur meiner Präparate von *Genu valgum* die volle Richtigkeit der Darstellung, welche MIKULICZ in Bezug auf die für die Lehre vom *Genu valgum*, und zugleich auch für die Behandlung desselben allerwichtigste Frage gegeben hat. Es zeigt sich, dass in der That, der MIKULICZ'schen Auffassung entsprechend, das Kniegelenk, zumal die Gelenkflächen und die Epiphysen, nicht wesentlich bei der Entstehung des *Genu valgum* betheiligt sind. Es handelt sich somit beim *Genu valgum* keineswegs um eine ungleiche Entwicklung der lateralen und medialen Condylen, und auch nicht um die HUETER'sche Vertiefung der Hemmungsfacette am *Condylus externus tibiae* resp. um die dadurch veranlasste Höhendifferenz der äusseren und inneren Gelenkfläche.

Man muss deshalb auch MIKULICZ vollkommen beistimmen, wenn er gegen die OGSTON'sche Operation des *Genu valgum* den Vorwurf erhebt, dass sie, abgesehen von der durch sie bedingten nicht unbedenklichen Störung der Mechanik des Kniegelenks, auch durchaus nicht den anatomischen Verhältnissen des *Genu valgum* entspricht.

IV. Das Knochenwachsthum.

Seit dem Jahre 1869 habe ich mich unablässig bemüht, den Nachweis zu liefern, dass die Verhältnisse der inneren Architektur der wachsenden Knochen in keiner Weise mit den Lehren der FLOURENS'schen Theorie in Einklang gebracht werden können. Als sich mir diese Überzeugung zuerst aufdrängte, da war es doch gerade einer der am allertiefsten in unseren damaligen Vorstellungen eingewurzelten Lehrsätze der FLOURENS'schen Theorie, nämlich die Lehre von der Passivität der festgewordenen *Tela ossea*, die ich nicht gänzlich aufzugeben wagte, und die mich zu der — inzwischen längst, und zwar schon 1877 von mir wieder verlassenem — irrthümlichen Annahme des ausschliesslich expansiven Wachsthum's der Knochen veranlasste.

Damals galt die Meinung, dass »irgend welche beträchtlicheren gröberen oder auch nur moloculären Verschiebungen und Dislocationen an der festgewordenen *Tela ossea* unmöglich seien«. Das Knochengewebe wurde als »ein durch Verkreidung zu Grunde gegangenes Knorpelgewebe« bezeichnet, das an sich »nicht erkranken«, auf welches nur von aussen her krankhafte Vorgänge eindringen können.

Ich hatte nun geglaubt, dass einer solchen Vorstellung wohl allenfalls diejenige der allmählichen Expansion des Knochengewebes entgegengesetzt werden könne, hatte es aber nicht für denkbar gehalten, dass derselben vielmehr ihr directes Gegentheil an die Stelle gesetzt werden müsse, nämlich das Gesetz der beständigen Architekturumwälzungen der fertigen *Tela ossea* als nothwendiger Folge der durch gewisse Appositionen hervorgerufenen beständigen Formveränderungen der wachsenden Knochen.

Gegenwärtig ist die grosse Mehrzahl der Autoren in den entgegengesetzten Irrthum verfallen, wieder vollständig zur FLOURENS'schen Theorie zurückzukehren.

Die FLOURENS'sche Theorie ist indess in ihren meisten Punkten gänzlich oder theilweise unrichtig.

In grösserem Maassstabe neuerdings von mir vorgenommene Wiederholungen der Markirversuche, deren Resultate ich binnen Kurzem publiciren werde, haben den früher schon von mir und anderen Autoren gelieferten Nachweis der Existenz des expansiven Wachsthum's an vielen Knochen weiter gefestigt. Auch für das Dickenwachsthum der Röhrenknochen lässt sich die Expansion entweder direct durch mechanische Versuche mittelst Stiften und Ringen, und durch die histiologische Untersuchung, oder indirect durch den Nachweis der Aplasie am Periost und der fehlenden Resorption an der Innenwand der Diaphyse beweisen.

Mehr aber, als durch irgend etwas anderes, wird die FLOURENS'sche Theorie widerlegt durch den Nachweis, dass die Annahme der Passivität der festgewordenen *Tela ossea* eine irrthümliche ist. Dieser Nachweis wird in erster Reihe geliefert durch das Transformationsgesetz.

Das Transformationsgesetz zeigt uns, dass nicht bloss bei wachsenden, sondern selbst noch bei ausgewachsenen Individuen jedes kleinste Knochentheilchen der *Spongiosa* und der in statischer Beziehung mit ihr völlig identischen *Corticalis* den statischen Verhältnissen unterthan ist. Dies Abhängigkeitsverhältniss ist ein so vollkommenes, dass man die Lage der kleinsten Theilehen und die Richtung jedes kleinsten Bälkchens der *Spongiosa* und *Corticalis* gleichsam als ein empfindliches Reagens auf die statischen Verhältnisse betrachten kann. Daraus aber geht hervor, dass die fertige *Tela ossea* nicht passiv ist, dass sie vielmehr keinem der übrigen Gewebe des Organismus an Activität nachsteht.

V. Die Regeneration der Gewebe.

Alle bisher von den verschiedenen Autoren geltend gemachten Anschauungen über die Regeneration der Gewebe höher organisirter Wesen gehen von derjenigen Auffassung aus, welche die betreffenden Autoren von dem Wesen der Fracturenheilung, als des vornehmsten Beispiels eines regenerativen Processes, gehabt haben.

Es spiegelt sich deshalb in allen bisherigen Vorstellungen über die Regeneration der Gewebe der Umstand wieder ab, dass man bei der Heilung der Knochenbrüche die Producte der entzündlichen von denen der statischen Vorgänge ihrem Wesen und ihrer Entstehungsursache nach nicht scharf von einander zu unterscheiden vermochte.

So hat denn in der That ein Theil der Autoren den gesamten Regenerationsprocess, mit Einschluss des bei demselben entstehenden persistenten statischen Products, als einen entzündlichen Vorgang, ein anderer Theil dagegen ebenfalls den gesamten Process, mit Einschluss des bei demselben entstehenden Entzündungsproducts, als eine Wiederholung der normalen Bildung betrachtet.

Die Vertreter der ersteren Anschauung schlossen sich an JOHN HUNTER an, der, der Fracturenheilung und der mit ihr in dieselbe Reihe gestellten Vernarbung der Weichtheilwunden *per primam intentionem* zu Liebe, eine »gesunde« Form der Entzündung gegenüber der »ungesunden« angenommen hatte, welche erstere »keine

Krankheit«, sondern »eine die Wiederherstellung bezweckende Action«, mithin »ein Heilmittel« sein sollte.

Sie stellten also eine »regenerirende Entzündung« auf, deren Producte nicht dem Untergange verfallen sein, sondern als bleibende, werthvolle Glieder in die Verbindung der übrigen Körperelemente eintreten sollten.

Die Vertreter der letzteren Anschauung dagegen betrachteten, im Anschluss an DU HAMEL, HALLER, LEBERT, FLOURENS u. A. die sogenannte Callusbildung als eine durch äussere Veranlassung gegebene modificirte Wiederholung der normalen Osteogenese, und glaubten demgemäss, dass der der Regeneration vorausgehende Defect eines Gewebes in irgend einer Weise die schlummernde histiogenetische Energie der Gewebe zur Entfaltung bringe. Dabei nahm ein Theil dieser Autoren an, dass der Defect irgend einen »mystischen Wachstumsreiz« bedinge. Ein anderer Theil liess die klare Lehre VIRCHOW's, dass es »ohne Reiz keine organische Arbeit, keine Aufnahme von neuen Bildungsstoffen, keine Entwicklung« gebe, unbeachtet, und meinte, dass der Defect die Wachsthumswiderstände, welche unter physiologischen Verhältnissen ein Gewebstheil dem anderen setze, aufhebe oder vermindere, und dass dadurch die formative Zellthätigkeit von einer intact erhaltenen Matrix aus auf's Neue angefacht werde.

Diesen Anschauungen gegenüber lehrt das Transformationsgesetz, dass die Regeneration allerdings eine Wiederholung des normalen Vorganges ist, dass aber ihre Bedingungen mit denen der Entzündung selbst dann nichts gemein haben, wenn die Producte beider zufällig an einer und derselben Örtlichkeit zusammentreffen.

Das Transformationsgesetz lehrt ferner, dass unter physiologischen, wie unter pathologischen Verhältnissen nicht die histiogenetische Energie der Gewebe an sich formbildend ist. Wie vielmehr unter normalen Verhältnissen das Streben der Natur, die Function zu erhalten, den Fortbestand oder das neue Entstehen diensttauglicher Formen bedingt, so ist unter pathologischen Verhältnissen das Streben der Natur, die Function wiederherzustellen, das einzig Formbildende. Das zugleich bedingende und formgestaltende Princip aller Regenerationen ist also, wie ich bereits 1872 zu zeigen mich bemühte, ausschliesslich der von Roux sogenannte »trophische Reiz der Function«, und die Regeneration ist nichts anderes, als die »functionelle Anpassung« an neue, durch gewisse pathologische Störungen bedingte Verhältnisse.

VI. Der Kampf der Theile im Organismus.

Die DARWIN'sche Theorie hatte gezeigt, wie das Zweckmässige durch Auslese aus freien Variationen entsteht; sie hatte aber keine Erklärung für die functionelle Anpassung, d. i. für die directe Selbstgestaltung des Zweckmässigen innerhalb des Organismus unter normalen und selbst unter ganz neuen Verhältnissen gegeben.

Nachdem DU BOIS-REYMOND darauf hingewiesen hatte, dass »die Fähigkeit der Organismen, durch Übung sich zu vervollkommen, mit Rücksicht auf die natürliche Zuchtwahl noch nicht hinreichende Beachtung gefunden habe«, hat sich WILHELM ROUX die Aufgabe gestellt, eine Ausfüllung jener Lücke der DARWIN'schen Theorie zu versuchen.

Roux's Deductionen schliessen sich zunächst an das von LAMARCK aufgestellte Princip der Wirkung des Gebrauchs und Nichtgebrauchs an, alsdann an die Lehre VIRCHOW's, dass jede Lebensthätigkeit einen Reiz voraussetzt, und dass unter diesen Reizen »Thätigsein und Willensimpulse die grössten Resultate ergeben«, ferner an DU BOIS-REYMOND's Nachweis, dass »vermöge der Übung höhere Lebewesen Selbstvervollkommnungsmaschinen darstellen, ebenso wie wir die Gesamtheit der Lebewesen als eine Selbstvervollkommnungsmaschine erkannt haben«, endlich an das Gesetz der Transformation der inneren Architektur bei pathologischen Formveränderungen der Knochen.

ROUX suchte zu zeigen, dass bei dem fortwährenden Vorkommen von kleinen Variationen in den Qualitäten der Theile des Organismus ein Kampf der neuen Qualitäten mit den alten um Nahrung und Raum stattfinden müsse, und dass in diesem Kampf immer bloss die in den vorhandenen Verhältnissen lebenskräftigsten Qualitäten siegen und schliesslich allein übrig bleiben müssen. Siegreich sind aber diejenigen Theile, welche durch den einwirkenden, die Function auslösenden Reiz zugleich am meisten in ihrer Assimilationsfähigkeit gekräftigt werden.

So wird die Anpassung der Individuen an die Specialverhältnisse jedes Individuums auf dem Wege der Begünstigung oder Benachtheiligung der diesen Verhältnissen entsprechenden oder nicht entsprechenden Theile der Individuen bewirkt.

Während also der DARWIN'sche Kampf der Individuen, die »Individualauslese« für die Ausbildung und Erhaltung der Art auf Kosten der Individuen sorgt, bewirkt der Kampf der Theile im Organismus, die »Partialauslese«, die Ausbildung und Erhaltung der Individuen auf Kosten der Theile derselben.

Nach Roux's eigenen Deductionen kann durch den Nachweis des Vorhandenseins einer »functionellen Structur« der normalen Gewebe die Lehre vom Kampf der Theile im Organismus nur indirect bewiesen werden, während der directe, durch das Transformationsgesetz erbrachte Beweis, der der Entstehung solcher Structur unter functionell neuen Verhältnissen, bei Weitem überzeugender ist.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Geheilter Schenkelhalsbruch (Frontalschnitt, vergl. S. 481).
Fig. 2. Hüftgelenkankylose (Frontalschnitt durch Femur und Becken, vergl. S. 483).

Ausgegeben am 1. Mai.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN**AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN****ZU BERLIN.**

1. Mai.Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. AUVERS.

1. Hr. CURTIUS las die umstehend folgende Abhandlung über Eleusinion und Pelargikon.

2. Durch Rescript des vorgeordneten Hrn. Ministers vom 22. April wird angezeigt, dass die Allerhöchste Bestätigung der von der Akademie vollzogenen Wahlen der Professoren an der hiesigen Universität III. WILHELM SCHERER, ALFRED PERNICE, HEINRICH BRUNNER, JOHANNES SCHMIDT und LAZARUS FUCHS, der vier ersten zu ordentlichen Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe und des letzten zum ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe, unter dem 9. April erfolgt ist.

3. Ein Ministerialrescript vom gleichen Datum genehmigt die von der philosophisch-historischen Classe beschlossene Bewilligung von 500 Mark für Hrn. Prof. EUTING in Strassburg für die Herstellung eines Abklatsches der grossen von LAZAREW entdeckten palmyrenischen Inschrift.

4. Hr. VIRCHOW berichtete über den Empfang, den er als Träger der Glückwunschadresse der Akademie an die Universität von Edinburgh bei den dortigen Feierlichkeiten gefunden hat. Er sowohl, als Hr. v. HELMHOLTZ, dem es möglich geworden war, sich persönlich zu betheiligen, wurden in so entgegenkommender Weise aufgenommen und sie erhielten so zahlreiche Beweise der hervorragenden Werthschätzung der Berliner Akademie und der gelehrten Kreise Deutsch-

lands, dass er sich verpflichtet erachte, hier ausdrücklich Kenntniss davon zu geben und den herzlichsten Dank an die Universität und die gelehrten Gesellschaften Edinburghs auszusprechen. Er habe die Gelegenheit wahrgenommen, an die zweihundertjährige Dauer der nächsten wissenschaftlichen Beziehungen zwischen den deutschen Universitäten und Edinburgh zu erinnern, und nachdem er sich jetzt durch persönliche Anschauung überzeugt habe, wie vollständig nicht nur auf dem Gebiet der medicinischen und naturwissenschaftlichen, sondern auch auf dem der historischen und philosophischen Disciplinen die Übereinstimmung der Strebungen und Methoden ist, glaube er sich auch der Hoffnung hingeben zu dürfen, dass das vierte Jahrhundert, welches die schottische Universität jetzt begonnen hat, keine Unterbrechung des so sympathischen und wohlbegründeten Verhältnisses bringen werde.

5. Der vorsitzende Secretar legte den ersten Band der mit Unterstützung der Akademie bearbeiteten Zonenbeobachtungen des Hrn. Prof. KRUEGER, jetzigen Directors der Sternwarte in Kiel, auf den Sternwarten zu Helsingfors und Gotha vor.

6. Hr. Dr. A. BERLINER hierselbst übersendet seine gleichfalls mit Unterstützung der Akademie gedruckte Ausgabe des Targum Onkelos.

7. Hr. BEYRICH überreichte im Auftrage des Hrn. Prof. CAPELLINI in Bologna ein Exemplar der von demselben in den letzten zehn Jahren veröffentlichten Abhandlungen.

Eleusinion und Pelargikon.

Von E. CURTIUS.

Hierzu Taf. IV.

Nachdem über die Befestigung der Akropolis die verschiedensten Ansichten vorgetragen waren, erschien die Frage über das Pelasgikon soweit erledigt zu sein, als es bei einer topographischen Untersuchung möglich ist, welcher keine zweifellosen Denkmäler zur Verfügung stehen. Man konnte die Darstellung, wie sie WACHSMUTH 'Stadt Athen' S. 289 giebt, als eine endgültige ansehen (ROBERT Philologische Untersuchungen von KIESSLING und von WILAMOWITZ I S. 174). Die eleusinischen Funde veranlassen uns, den für die Stadtgeschichte von Athen maßgebenden Gegenstand noch einmal ins Auge zu fassen.

Ich beginne damit, auf die Punkte hinzuweisen, wo nach der letzten Erörterung noch erhebliche Zweifel und Bedenken übrig bleiben mussten.

Pelasgikon kommt in zwei Bedeutungen vor. Einmal bezeichnet es die Befestigungslinie und zweitens nach bekanntem Sprachgebrauch den von der Linie eingeschlossenen Raum. Dazu kann man als dritte Bedeutung die bezeichnen, dass darunter eine Stelle am Fusse der Akropolis verstanden wird, wo sich ansehnliche Trümmer der alten Befestigung erhalten haben. So bei Lucian Pisc. 42.

Was nun das Pelasgikon als Mauerlinie betrifft, so sind drei Zeugnisse, die wichtigsten von allen, welche dasselbe betreffen (das des Hekataios bei Herodot VI 137: *τείχος τὸ περὶ τὴν ἀκρόπολιν ἑλληνισμένον*, des Myrsilos bei Dionys. Ant. I, 28: *τὸ τεῖχος τὸ περὶ τὴν ἀκρόπολιν* und endlich das des Kleidemos bei Suidas v. *ἀπεδα: καὶ περιβαλλὼν ἐννεάπυλον τὸ Πελαργικόν*) darin einstimmig, dass sie das Pelasgikon mit solchen Worten beschreiben, bei denen kein unbefangener Leser an etwas Anderes denken kann, als an einen ringförmigen Einschluß der Burghöhe, an einen Peribolos. So haben auch alle Interpreten, die nur den Wortlaut im Auge hatten, die betreffenden Stellen erklärt (*munimenta omnem arcis ambitum comprehendunt*, BÄHR zu Herodot a. a. O.), und GÖTTLING hat vollkommen

Recht, wenn er sagt, dass man den genannten Autoren eine unverzeihliche Ungenauigkeit aufbürde, wenn man das von ihnen beschriebene Pelasgikon mit Ross u. A. als einen vorgeschobenen Brückenkopf auffasse (Pelasgikon und Pnyx. Jena 1853 S. 14).

Was WACHSMUTH S. 213 anführt, um den hier von Neuem betonten Einwand zu entkräften, kann ich nicht als genügend anerkennen. Denn die Einschliessung einer belagerten Stadt, wie Syrakus, kann immerhin περιτείρισμα genannt werden, auch wenn sie keine geometrisch vollständige ist; denn es handelt sich doch um die Einsperrung der ganzen Stadt, die nur bei der eigenthümlichen Beschaffenheit des Lokals keine vollständige Umringung sein konnte und sein sollte. Wo es sich aber um eine einzelne, aus der Niederung aufsteigende Höhe handelt, kann ich nicht annehmen, dass drei von einander unabhängige, sachkundige Autoren die von einem schmalen Ende der Burghöhe in die Niederung vorspringende Thorbefestigung als eine um die Höhe gezogene Mauer bezeichnen sollten. Wir werden also (da von einer Ummauerung des oberen Burgrandes nicht die Rede sein kann, weil es sicher ist, dass die Burgabhänge den von der pelasgischen Mauer eingeschlossenen Raum überragten) schon auf Grund der angeführten Zeugnisse in dem Pelasgikon einen den Fuss der Burg umgebenden Befestigungsring voraussetzen müssen.

Daran schliesst sich unmittelbar ein Zweites. Kleidemos sagt: die Pelasger bauten um die Burg das neunthorige Pelasgikon. Ist nun das Pelasgikon ein Mauerzug, so müssen wir uns die neun Thore in passenden Abständen auf denselben vertheilt denken. Das ist die natürliche durch die bekanntesten Analogien geforderte Erklärung von ἐννεάπυλον oder αἱ ἐννέα πύλαι.

So bezeichnet Polemon (schol. Soph. Oed. Col. 489) ein am Areopag gelegenes Heiligthum als ἐκτὸς τῶν ἐννέα πυλῶν. Das ist der correcte Ausdruck für die Lage ausserhalb eines neunthorigen Mauerrings, aber nicht für die Lage vor einem neunfach gegliederten Burghore. Es ist nämlich aus dem Ross'schen 'Brückenkopf' ein Mauerang geworden, wie es BEULÉ am bestimmtesten ausgedrückt hat (long chemin entre deux murs formé par une suite de portes, la courbe du sentier de l'enneapylon). Dieser Auffassung haben sich WACHSMUTH, ROBERT, R. BOHN neuerdings angeschlossen. Und doch treten derselben sehr erhebliche Bedenken entgegen. Von einem solchen Thorgange könnte man doch am wenigsten sagen, dass derselbe die Burghöhe umgeben habe, und während der Sprachgebrauch verlangt, dass wir bei Enneapylon an eine Reihe gleichartiger und gleich selbständiger Thore neben einander denken, wäre hier von den neun Pforten, die den Gang sperren sollen, doch immer nur eine, der äussere Ein-

gang, das wirkliche Thor. Es ist auch nicht möglich gewesen, von einer solchen Befestigung des Aufgangs ein Beispiel im Alterthum nachzuweisen oder eine anschauliche Vorstellung zu entwerfen.

Ein den Westabhang sich hinabziehendes Vorwerk müsste sich doch zu beiden Seiten des Burgaufgangs an den Burgfelsen angeschlossen haben, indem von der Nord- und der Südseite der Akropolis noch ein Theil innerhalb des Vorwerks gelegen haben müsste. Ein solcher Anschluss ist aber an den mit ihren Steilwänden und Grotten zu Tage liegenden Felsen nirgends zu erkennen oder mit Wahrscheinlichkeit vorauszusetzen. ROBERT ist unter denen, die diesen Gegenstand neuerdings behandelt haben, der Einzige, der den Anschluss an einer Stelle nachzuweisen versucht hat, indem er annimmt, dass derselbe 'in bedeutendem Abstand westlich vom Agraulion' stattgefunden habe (a. a. O. S. 174). Dies wird aus Herodot VIII 53 gefolgert. Aber zur Zeit der Perserkriege war ja das Pelasgikon zerstört und kam bei der Vertheidigung der Burg nicht mehr in Betracht. Dass man aber den einzigen Zugang, welchen die Burg ausser dem westlichen Aufgang hatte, den uralten, mit eingehauenen Stufen ausgestatteten Felsgang, der vom Agraulion ins Heiligthum der Burggöttin führte, mit seiner unteren Mündung, ausserhalb einer in der Nähe abschliessenden Burgbefestigung gelassen haben sollte, ist doch in hohem Grade unwahrscheinlich.

Das Pelasgikon wird mehrfach als ein Stadttheil von Athen bezeichnet (*μέρος τῆς πόλεως* Ephoros bei Strabo 401, wo nicht der geringste Grund ist, Polis als Akropolis zu deuten), als der alte Wohnplatz der Pelasger (*τόπος Ἀθήνησιν ἀπὸ τῶν Π. ἐν αὐτῇ εἰκισθέντων* schol. Luc. Bis acc. 9). Es wird immer ausdrücklich von der Burg geschieden (*τὸ Π. τὸ ὑπὸ τὴν ἀκρόπολιν* bei Thukydides), und Lukian sagt von Parrhesiades, der im Pelasgikon fische, er werfe seine Angel in die Stadt aus (*καθίκεν εἰς τὴν πόλιν* Pisc. 41). Das passt doch Alles nicht auf einen Bau, welcher ein integrierender Theil der Akropolis sein soll. Und wie erklärt man, wenn Pelasgikon die Befestigung eines Burgthores war, dass der Name desselben für die Burg im Ganzen gebraucht werden konnte, und dass Herodot, Aristoteles und der parische Chronist von der Belagerung der Pisistratiden durch Kleomenes denselben Ausdruck gebrauchen: sie seien im 'Pelasgikon teichos' eingeschlossen gewesen? *τείχος* ist nach festem Sprachgebrauch ein ummauerter Platz, und kein Unbefangener kann bei dem Ausdruck an etwas Anderes denken, als an einen die Burg umfassenden Mauerring, innerhalb dessen die Tyrannen den Lakedämoniern Trotz boten.

Endlich sind doch auch die Bestimmungen des heiligen Rechts, nach denen es verboten war, innerhalb des Pelasgikon Kornfluren

zu bestellen (Pollux VIII 168), der Art, dass wir dabei nothwendig an ein weiteres Gebiet, und nicht an den engen Raum innerhalb eines angebauten Vorwerks oder gar eines schmalen Thorwegs zu denken veranlasst sind.

Soviel über die Punkte, welche gegen die jetzt herrschende Ansicht Bedenken erregen und den Versuch rechtfertigen, eine andere Lösung des Problems zu geben. Es handelt sich um einen Platz im Herzen von Athen, der für die Stadtgeschichte von eingreifender Bedeutung ist, einen Platz, der so viel genannt wird und bis in die spätesten Zeiten besonders bekannt war (Libanios I 470: τὸ Πελασγικὸν ἐκείνο), und doch bis heute noch, wie sich zeigt, ein Räthsel ist.

Nun sind einige neue Lichtstrahlen auf die Alterthümer des attischen Burgfußes gefallen, die wir dem eleusinischen Dekrete verdanken (FOUCART Bulletin de corr. Hell. IV 225; DITTENBERGER Sylloge inser. gr. 13). In dieser Urkunde wird zuerst die Form Πελαργικόν als die offizielle festgestellt. Dann erhalten wir von diesem merkwürdigen Stücke des attischen Stadtbodens eine etwas anschaulichere Vorstellung; es ist ein offenbar ansehnlicher Raum voller Heiligthümer innerhalb dessen häufig neue Altäre gegründet wurden, und zugleich werden wir über seine Beziehungen zu anderen Heiligthümern belehrt. Denn wenn Lampon zu dem die Erneuerung des Kornzehnten an die eleusinischen Gottheiten betreffenden Volksbeschlusse einen dreifachen Zusatz beantragt, dessen Inhalt sich durchaus auf die Ausführung und Vermehrung der den Gottheiten zu erweisenden Ehren bezieht, nämlich die Aufzeichnung des Dekrets, die für Ablieferung des ersten Kornzehnten vorzunehmende Einschaltung eines Monats und drittens die Ausdehnung der Fruchtzehnten auf die Oliven-ernte: so folgt daraus mit Nothwendigkeit, dass auch der vierte Punkt des Amendements, die genaue Vermessung und Umgränzung des Pelasgikon und die Sicherung desselben gegen willkürliche Altargründungen und Ausbeutung des Bodens als Erd- und Steingrube, nicht ein allgemeiner Gegenstand religiöser Polizei sei, sondern mit den eleusinischen Gottesdiensten unmittelbar zusammenhänge. Wenn daher auch nicht nachzuweisen ist, dass das Πελασγικὸν ἄργον ἄμεινον, wie FOUCART gemeint hat, der Schluss desselben pythischen Orakels sei, welches dem ganzen Volksbeschluss zu Grunde gelegen hat, so ist der sachliche und örtliche Zusammenhang doch ausser Frage. Eleusis, in Athen durch das Eleusinion vertreten, muss ein unmittelbares Interesse an der Reinhaltung des Pelargikon gehabt haben. Dasselbe muss zu der Umgebung des eleusinischen Filials gehört haben, und deshalb hat schon FOUCART mit vollem Recht die Ausdehnung des Pelargikon bis an das Eleusinion angenommen.

Was die Lage des Eleusinion betrifft, so hat LEAKE in der zweiten Ausgabe seiner Topographie (D. Übers. S. 214 Anm.) die frühere Ansetzung zurückgenommen. Er hat richtig erkannt, dass aus dem Texte des Pausanias, der es neben den Heiligthümern in Agrai nennt, eine unmittelbare Nachbarschaft nicht gefolgert werden könne. Wird also der periegetische Faden zerrissen, so kann der Grund nur darin liegen, dass anstatt des örtlichen Zusammenhangs ein sachlicher vorliegt: dieser ist aber deutlich gefügt gegeben. Denn es handelt sich um Mysterienheiligthümer diesseits und jenseits des Ilissos. Wenn nun schon die Werkleute, wie die eleusinischen Inschriften lehren, Eingeweihte sein mussten, um ihre Handwerkerarbeit im Tempel von Eleusis verrichten zu können, wie viel mehr diejenigen, welche den Fremden die Heiligthümer zu zeigen hatten. Um also die Thatsache zu erklären, dass im zweiten Giro des Pausanias von einander entlegene Plätze unmittelbar nach einander angeführt werden, scheint mir doch keine Annahme sich einfacher darzubieten, als die, dass unter der Leitung desselben Fremdenführers die Besichtigung der Mysterienplätze verbunden wurde, eine Besichtigung, welcher andere nahe liegende Punkte wie Odeion, Kallirrhoe und Eukleiatempel zweckmässig angereiht wurden.¹ Ein zweiter Giro, bei dem nicht die örtliche Folge, sondern ein sachlicher Zusammenhang maßgebend war, ist die Beschreibung der Gerichtsstätten, welche er am Ende der städtischen Periegeese nach ihren Gattungen zusammenstellt.

Der Ausdruck *ὕπὸ τῇ πόλει* und *ὕπὸ τῇ ἀκροπόλει*, der constant vom Eleusinion gebraucht wird, bezeichnet aber, wie LEAKE und WACHSMUTH (S. 299) mit vollem Recht geltend gemacht haben, nicht etwa nur, dass das Gebäude (wie man den Ausdruck auch erklärt hat) nicht auf der Burg gelegen habe, sondern, wie bei dem Paneion, dem Dionysos-theater, dem Pelasgikon, dem Apollon Hypakraios: unmittelbar unter dem Absturz der Burgfelsen, noch auf dem Fusse der Höhe, die Unterstadt überragend, und wenn auch in dem tiefen Schutt, der die nördlichen und östlichen Abhänge deckt, noch keine Fundamente zu Tage gekommen sind, so herrscht doch unter denen, die sich gründlicher mit diesen Fragen beschäftigt haben, darüber keine Meinungsverschiedenheit, dass der hochgelegene, fest ummauerte und weit sichtbare Bezirk des Eleusinion auf der Terrasse zu suchen sei, welche aus der spitz verlaufenden, Ostecke der Akropolis vorspringt. Hier ist noch jetzt eine Hochfläche zu erkennen, deren ansehnlicher Umfang auf antike Terrassirung schliessen lässt. Die Spuren antiker Reste sind auf der Kartenskizze angegeben. Sie zeigt das Eleusinion dort, wo es

¹ Vergl. Text zu den sieben Karten S. 53.

schon auf der Karte 'zur Lage des Pythion' (Hermes Band XII) eingetragen war, nur etwas mehr gegen Norden, so wie es a. a. O. S. 496 vermuthet wurde. Es war der Vorsprung im Osten wie der elivus im Westen, aber von unersteiglichen Felsen überragt, ein Punkt, der vor allen anderen zur Orientirung geeignet war. Er war der Zielpunkt der attischen Reitergeschwader, die von den Hermen des Marktes zugwise in raschem Trabe zu dem Eleusinion hinaufziehen sollten. Das echerne Ross, welches von Simon dem Hippologen geweiht, bei dem Eleusinion aufgestellt war, hat gewiss mit diesem volksthümlichen Reitermanöver in Verbindung gestanden. Xenophon de re eq. 1.

Für alle Festzüge in der Unterstadt musste das Eleusinion ein Richt- und Wendepunkt sein, wie kein zweiter unterhalb der Burg vorhanden war. Deshalb finden wir auch bei Angaben von Processionen mehrfach das *παράπεμπειν τὰ ἱερὰ μέχρι τοῦ Ἐλευσινίου τοῦ ὑπὸ τῆς πόλει* (Hermes I 405) und ins Besondere wissen wir von dem Panathenäenzuge, dass die Triere das Eleusinion wie ein Vorgebirge umfuhr.

Wenn nun nach den Belehrungen, die wir den letzten Funden verdanken, Eleusinion und Pelargikon so zusammenhingen, dass die Beaufsichtigung des letzteren vom Eleusinion ausging, so kann das Pelargikon unmöglich als befestigtes Thor am entgegengesetzten Burgfusse gelegen haben, sondern es muss sich wie ein Gürtel um den Fuss der Akropolis herumgezogen haben, wie das *περιβάλλειν* des Kleidemos u. A. von vorn herein vermuthen liess.

Wenn schon früher einmal gelegentlich der Gedanke aufgetaucht ist, das Pelargikon möchte ein Mauerring mit neun Thoren gewesen sein, so hat man wohl daran Anstoss genommen, dass durch die grössere Zahl von Thoren die Festigkeit der Burg beeinträchtigt worden wäre (WACHSMUTH S. 292). Diesem Bedenken liegt die Vorstellung zu Grunde, dass man sich das Pelargikon als ein Vorwerk oder ein Kreissegment von geringer Ausdehnung dachte. Dann wären in der That neun Thore unpraktisch und unverständlich. Ging es aber um die Burg herum, so war die grössere Zahl der Eingänge eben so begreiflich wie nothwendig.

An und für sich erschienen den Alten die Stadtthore nie als Beeinträchtigung der Widerstandsfähigkeit. Die Mauerthore werden mit den entsprechenden Vorsprüngen und Thürmen vielmehr als die Stärke des befestigten Platzes angesehen. *πυλώ* ist gleich *munire*, *ἀπύλωτος* bezeichnet einen schlecht im Stand gehaltenen Platz (Xenophon Agesilaos IV 20) und der Stolz einer Stadt ist 'ein Zaun eherner Thore' (Euenos bei BERGK Poetae lyriici ed. 2. p. 478). *ἐπτάπυλος* ist gleich *ἐπτάπυργος*.

Wenn es sich aber um die Einfassung eines ganzen Bergfusses handelt, so bedurfte es einer auf den ganzen Umfang vertheilten Reihe von Thoren, um der umwohnenden Bevölkerung den Zugang zu den heiligen Plätzen, die den Burgfelsen umringten, zu ermöglichen. Darauf hat schon K. BÖTTCHER (Bericht über die Untersuchungen auf der Akropolis S. 217) sehr richtig das Enneapylon bezogen. Wir erkennen also im Pelargikon den Übergang aus dem Burgbau in die städtische Anlage, den Fortschritt zu einer Befestigung, welche mit dem Zweck des militärischen Abschlusses den des bürgerlichen wie des gottesdienstlichen Verkehrs verbindet.

Sehen wir uns nach entsprechenden Anlagen in antiken Stadtgründungen um, so finden wir in Argos am Ostfuss der Larissa den Überrest einer kyklopischen Mauer, die ich schon im Peloponnes II 351 mit dem Pelasgikon verglichen habe. Am Abhange von Kleitor fand GELL Mauerzüge, die bis an die Ebene hinanreichen.

Die lehrreichsten Analogien bieten die altitalischen Städte, wo den uralten Anlagen auch eine reichere Tradition zur Seite geht. Ganz nach Art der Akropolis von Athen finden wir die isolirten Burggipfel, auf einer natürlichen Rampe von einer Seite zugänglich, innerhalb eines weiteren Ringes, der die Wurzeln der Höhe umgürtet und durch eine Anzahl von Thoren mit den Umländen in Verbindung steht. So z. B. die *ars (ocris)* von Iguvium, so die palatinische Burg innerhalb der *Roma quadrata*. Vergl. AUFRECHT und KIRCHHOFF, *Umbriische Sprachdenkmäler* II S. 124. JORDAN, *Stadt Rom* II, 166.

Im Einzelnen herrscht hier eine grosse Mannigfaltigkeit. Der Burggipfel kann auf dem obern Rande ganz oder stellenweise ummauert, er kann nur durch Abschroffung der Steilwände festgemacht sein; die Burgmauern können, wie bei dem Palatin, auf halber Höhe stehen; die untere Einfassung kann als Mauer ausgeführt sein oder nur durch eingesenkte Marksteine als Grenzlinie gekennzeichnet sein (O. GILBERT, *Stadt Rom* I 120). Durchgehend ist, wie ein geschichtliches Gesetz, der Gegensatz der einthorigen Hochstadt und der mehrthorigen Einfassung des Bergfusses, sowie die Bestimmung, dass der Aussenhof um die Burg herum freies Vorland sei, *purum ab humano cultu solum* (Livius I 44). Das ist das *Πελαργικὸν ἄργον ἄμεινον*, und die Gültigkeit dieses Gesetzes für hellenische Stadtgründung wird in kleinstädtischem Mafsstab auf Nisyros bezeugt durch die auf die Aussen- seite der Burgmauer geschriebenen Worte: *ἀπὸ τοῦ τείχεος δαμέσιον τὸ χωρίον πέντε πίδαας* (Ross *Inscr. ineditae* II. p. 53). Die Festigkeit der Citadelle soll durch keinerlei an die Mauern angelehnten Bauten, welche einem Feinde den Angriff erleichtern könnten, beeinträchtigt werden. Dazu kommt ein zweiter Gesichtspunkt, der bei Anlage solcher Aussen-

höfe maßgebend sein kann, dass nämlich die dem Abhang entströmenden Wasseradern in den Burgring hereingezogen wurden, und ebenso die anbaufähigen oder zur Weide benutzbaren Terrassen, um dadurch das längere Aushalten einer Belagerung zu ermöglichen. Die Abgrenzung eines anbaufreien Landstreifens um die Burgmauer herum ist durch praktische Zwecke so sehr gefordert, dass dieser Gebrauch sich bis in die spätesten Zeiten erhalten hat. Darum wurde, wie die Ausgrabung von Olympia zeigte, vor der byzantinischen Festung dasselbst der Boden der Altis als Festungsglaciis vollständig abgeräumt, damit der Feind nirgends Gelegenheit fände, sich zu decken oder zu verbergen.

Was durch praktische Zwecke hervorgerufen war, wurde nach Weise des Alterthums durch religiöse Gebräuche geweiht. Das Festungsglaciis wurde ein *ager effabus*; Göttersprüche verpönten jede willkürliche Benutzung, und nachdem der monumentale Abschluss der Altstadt längst beseitigt oder verbaut war, wurde der Umkreis derselben durch Bahnen feierlicher Umzüge in lebendigem Gedächtniss erhalten. Die Festzüge waren in Italien wie in Griechenland bestimmt, die Stadtgemeinde nach dem Opfer und der dadurch erfolgten Sühnung von Neuem unter den Schutz der Gottheit zu stellen, welche als Staatsgottheit anerkannt war, wie z. B. die Stadt der Tanagräer an den Hermäen von dem zu diesem Zweck erkorenen Jünglinge, der den Gott Hermes darstellte, umwandelt wurde.

Ging also der Festzug nicht um die ganze bewohnte Stadt herum, sondern beschrieb einen engeren Ring, so liegt darin der Beweis, dass der Stadtheil, der umgangen wurde, einmal die ganze Stadt gewesen ist. So wurde die Urstadt auf dem Palatin (*antiquum oppidum Palatinum gregibus humanis cinctum* Varro VI, 34) von den *luperci* umzogen; so erfolgte die Lustration der Stadtgemeinde von Iguvium durch einen Zug, welcher an den Wurzeln des Burgbergs das alte Weichbild umging (*Umbrische Sprachdenkmäler* II 121). Es war dieser Ritus nicht nur eine religiöse Feier, sondern auch ein symbolischer Act von staatsrechtlicher Bedeutung. Die alte Stadtgemeinde wurde gewissermaassen von Neuem constituirt und als eine Einheit, als Kern des Ganzen, wieder zum Bewusstsein gebracht. Es war die in lebendiger Handlung dargestellte Scheidung zwischen Geweihtem wie Profanem, zwischen Stadt und Land (vergl. GILBERT S. 176).

Die italischen und die attischen Gebräuche entsprechen sich durchaus. Auch in Athen wird das Pomoerium der Burgstadt an den grossen Staatsfesten umzogen. Aus der Niederung der Neustadt richtet sich der Festzug der Athener eben so wie der oben erwähnte Reiterzug (dessen herkömmliche Richtung gewiss derselben Bahn folgte)

auf die Nordwestecke der Burg, geht unterhalb der Nordseite an der einst durch die Pelasgermauer bezeichneten Grenze der Altstadt entlang bis zu dem Eleusinion, dessen Zusammenhang mit dem Pelargikon oben erwiesen ist. Dem entsprechend wird auch bei Philostratos das Unbiegen um den Vorsprung des Eleusinion mit dem Vorbeifahren am Pelasgikon zusammen erwähnt.

Wenn man nun die Ansicht aufgestellt hat, dass zu Philostrat's Zeit vom Pelasgikon als einer Burghefestigung nicht mehr die Rede sein könnte (WACHSMUTH S. 295), so kann dies jetzt nicht mehr behauptet werden. Denn die eleusinische Inschrift bezeugt ja deutlich die weitere Bedeutung des 'Pelargikon', wie sie auch den Worten des Kleidemos u. A. unverkennbar zu Grunde liegt, und wir sind nicht mehr berechtigt, den Namen auf einzelne Trümmerhaufen der alten Mauer zu beschränken. Wie in Rom, so hat sich auch in Athen das Andenken der alten Burgstadt in den festlichen Umzügen erhalten und mit dieser Erinnerung auch der alte Name.

Aus den Analogieen anderer Städte des Alterthums lernen wir also für Athen erstens, dass städtische Festzüge dieser Art ihrer Bestimmung gemäss immer ein ganzes Stadtgebiet umzogen, ebenso wie die alten Mauerringe, deren Linie sie begleiteten; dadurch verliert auch die Annahme, dass der athenische Festzug auf der Nordseite der Akropolis geblieben sei, jede Wahrscheinlichkeit. Ferner lernen wir daraus, dass der Haupttempel immer das Endziel solcher Umzüge war, und endlich dass dieselben, ohne die alten Bahnen aufzugeben, bei Vermehrung der Gottesdienste auf andere sacrale Stätten der erweiterten Gesamtstadt ausgedehnt wurden. So war es in Rom (GILBERT S. 142), so in Athen. Hier wurde einerseits der Kerameikos hereingezogen, andererseits das Pythion, der fernste Punkt im SO., ein Exkurs, von dem der Zug an den südlichen Burghang zurückkehrt.

Die Vorstellungen, die man bisher von dem Pelargikon gehabt hatte, indem man sich dasselbe als einen Brückenkopf, ein schnabelförmiges Vorwerk, einen neunmal gesperrten Thorgang oder als ein Bogensegment gedacht hatte, waren so unbestimmt, dass der Versuch einer graphischen Darstellung unmöglich war. Sind die voranstehenden Betrachtungen richtig, so ist es gestattet, eine Skizze vorzulegen, welche das gewonnene Resultat anschaulich macht. Ich verdanke diese Zeichnung der Güte des Hrn. KAUPERT; sie zeigt auf den ersten Blick, wie wir uns das Pelargikon denken, und ich kann mich darauf beschränken, sie mit kurzen Erläuterungen zu begleiten.

Die am Westabhang vorhandenen Überreste alter Mauern, durch rothe Farbe ausgezeichnet, sind benutzt, die doppelte Befestigung des clivus versuchsweise herzustellen. Ein vorspringendes Bollwerk von

etwa 40 Meter Länge ist bestimmt, den Zugang an der Stelle zu erschweren, wo er von Natur am leichtesten ist. Das Hauptthor der Aussenmauer, von einem Thurme flankirt, der bei dem antiken Gemäuer angesetzt ist, lag an der Südseite, da ja auch die letzten Untersuchungen über den Burgaufgang wieder gezeigt haben, dass die Hauptstrasse von jeher aus der südlichen Niederung hinaufführte. Weil die Befestigung des Aufgangs, deren die Akropolis von Athen so wenig entbehren konnte, wie die palatinische und die esquilinische Stadt, eine besondere Stärke hatte, ist es begreiflich, dass sich hier auch am längsten Überreste erhalten haben, wie die in der Nähe des Areopags bei Polemon erwähnten Trümmer schliessen lassen.

Der Peribolos selbst, auf den sich die neun Thore so vertheilen, dass sie den wichtigsten Verkehrsadern entsprechen, zog sich an den Wurzeln der Höhe entlang, so dass ein Theil des Abhangs draussen blieb und dadurch die Vertheidigung erleichtert wurde; darum war auch die Pansgrotte nur *μικρὸν ὑπὲρ τοῦ Πελασγικοῦ* (Luc. Bis. acc. 9). Nach Osten ist der Mauerring so weit vorgeschoben, dass das Demeterheiligthum, dessen Zusammenhang mit dem Pelargikon nachgewiesen ist, mit seiner Terrasse den äussersten Vorsprung bildet, den die panathenäische Triere umfuhr, ehe sie auf ihrer alten Bahn nach Süden umlenkte. Auch die Worte des Philostratos: *ἀφείναι ἐπὶ τὸ Ἐλευσίνιον καὶ περιβαλοῦσαν αὐτὸ παραμείψαι τὸ Πελασγικόν* (vit. Soph. II, 1, 5) weisen darauf hin, dass Eleusinion und Pelargikon denselben Wendepunkt des Zugs bezeichnen.

Der Mauerring folgte, wie vorauszusetzen ist, in ungefähr gleichem Abstände dem oberen Burgrande, und zwar ist an der Nordseite das Terrain der Art, dass die Mauerlinie fast mit Nothwendigkeit gegeben ist. Denn hier findet sich, wie die Karte zeigt, eine Reihe eckiger Vorsprünge, welche den Fuss der Burghöhe beherrschen und durch flache Einbuchtungen von einander getrennt sind.

An der Südseite dagegen fällt das Terrain viel gleichmässiger ab, so dass hier in demselben keine natürliche Befestigungslinie gegeben war und dieselbe nach Belieben höher oder niedriger gelegt werden kann. Es schien am zweckmässigsten, dieselbe etwa durch die Mitte des späteren Dionysostheaters gehen zu lassen.

So erhalten wir einen unteren Burgsaum, einen ringförmigen Aussenhof von durchschnittlich 40 Meter Breite, der die Burgstadt von den Vorstädten und der ländlichen Bevölkerung trennte. In der Mitte dieses befestigten Burgfusses zog sich ein Weg um die Burg herum, der etwas über fünf Stadien Länge hatte. Von diesem Wege zeugt die durch K. BÖTTCHER's Untersuchungen an das Licht gezogene, in der Mitte zwischen der oberen Burgmauer und der Kirche des h. Symeon

gefundene Felsinschrift: τοῦ περιπάτου περίοδος (στάδια) πέντε πόδες ὀκτωκαίδεκα. Arch. Ephemeris Athen. Juni 1862. Die Lage des Wegsteins ist im Atlas von Athen Blatt 3 genau angegeben: die Länge des Umganges wird von Hrn. KAUFERT auf 930 Meter berechnet.

Dieser Peripatos ist der alte Wallgang, welcher zwischen dem oberen und unteren Burgrande auf den Terrassen entlang führte; hier konnten im Fall einer Belagerung die Mannschaften ihren Rundgang halten, um alle etwa gefährdeten Stellen der unteren Mauer im Auge zu haben und den Dienst der Thorwachen zu controliren (vergl. Aristophanes Vögel 842).

Suchen wir nun zum Schluss das Ergebniss der Untersuchung in geschichtlichem Überblick kurz zusammenzufassen.

Der Gipfel der Akropolis ist in seinem ursprünglichen Umriss auf dem beigegebenen Blatte dargestellt. Als dieselbe inmitten einer dichten Gruppe umliegender Dorfgemeinden zum Herrnsitze eines kriegerischen Geschlechts eingerichtet werden sollte, war das erste Erforderniss die Herstellung einer zur Ansiedelung geeigneten Hochfläche, also das Nivelliren und Glätten des Felsbodens. Das ist das ἀπεδίξειν, mit dem die Überlieferung alle Bauanlagen beginnen lässt. Damit war zur Vervollständigung der natürlichen Festigkeit die Abschroffung der Felsränder verbunden. Diese Thätigkeit pflegt bei antiken Burganlagen nirgends besonders angeführt zu werden. Sie ist aber selbstverständlich; sie ist auch an verschiedenen Stellen, jetzt namentlich an der Südseite, deutlich zu erkennen, und die Erzählung vom Erklimmen der Burg durch die Perser bei Herodot VIII 53 zeigt ja deutlich, dass das Sicherheitsgefühl der Belagerten nicht auf einer Befestigung des oberen Randes beruhte, sondern auf den für unübersteiglich gehaltenen Felsen (ἀποκρήμνου ἔοντας τοῦ χωρίου).

Pausanias sagt also ganz richtig (I 28, 3), es gäbe an der Akropolis nur zweierlei Befestigungen, welche nach der Überlieferung auf bestimmte Urheber zurückzuführen seien, nämlich die von Kimon erbaute und den Peribolos der Pelasger (περιβαλεῖν τὸ λατὸν λέγεται τοῦ τείχους Πελασγῶς οἰκήσαντάς ποτε ὑπὸ τὴν ἀκρόπολιν). Man kannte also keine andere Ummauerung alter Zeit, als das Pelargikon, dessen Werkmeister man sich unterhalb der Burg wohnend dachte, als Dienstmännern der Kekropiden. Diese Befestigung war eine zwifache, erstens ein elliptischer Ring, der wie die Umhegung des Palatinus 'radicibus montis terminabatur', und zweitens eine besondere Ummauerung des Aufgangs. Oben die enge Polis mit den Wohnstätten der Burgherren und Burggötter, darunter die Hypopolis (BEKKER Anecdota 212), wo die jüngeren Gottheiten in heimlichen Grotten und auf breiten Terrassen als θεοὶ ὑπακράϊσι angesiedelt wurden.

Als nun der Kampf zwischen Kekropiden und Eumolpiden zu Ende ging, erfolgte der Friede durch Ausgleichung der religiösen Institute. Der eleusinische Gottesdienst wurde nach Athen verpflanzt, aber Eleusis blieb die Metropolis; es wurde nur ein Filial des Mutterheiligthums am Burgfusse gegründet. Es wurde das vornehmste Heiligthum unter der Burg, seiner heiligen Reliquien wegen dem Erechtheion an die Seite gestellt (τί δαί; Ἐρεχθίδιος οὐχὶ ἐν τῇ ναῷ τῆς Ἡελιάδος κεκῆδεται, ἱμμάραδος δὲ ὁ Εὐμόλπου καὶ Δαιίρας οὐχὶ ἐν τῇ περιβόλῃ τοῦ Ἐλευσινίου τοῦ ὑπὸ τῇ ἀκρόπολει; Clem. Alex. Protr. p. 13 Sylb. Der Bau des Eleusinion war eine Bürgschaft für den staatlichen Schutz, in welchen Eleusis mit seinem Cultus aufgenommen war. Es wurde an das Pelargikon angeschlossen, und wahrscheinlich wurden gewisse Satzungen alter Gottesdienste von der agrarischen Athena auf Demeter übertragen oder mit ihr in Verbindung gesetzt. Von den heiligen Pflugfeldern war eins, der ἄροτος ὑπὸ πόλιν, schon von BOSSLER de gent. Att. sacer. p. 11 als voreleusinisch erkannt, der jetzt mit grösserer Wahrscheinlichkeit, als früher geschehen ist, auf das Eleusinion bezogen werden kann, seitdem wir dies Heiligthum als den Mittelpunkt der das Pelargikon betreffenden Satzungen kennen gelernt haben. Wir wissen jetzt auch, dass mit den eleusinischen Heiligthümern Gebäude verbunden waren, welche zur Ansammlung und Aufbewahrung von Kornvorräthen dienten. Wo waren aber solche Magazine wichtiger als am Abhange einer Burg! Die eleusinische Demeter bildete eine Vorhut der Burggottheiten; sie hütete den unteren Burgring, sie hielt das pomoerium frei und sorgte insofern auch für die Festigkeit der Akropolis.

Ähnliches finden wir in der Anlage anderer Städte des Alterthums, z. B. in Sikyon. Auch hier hatte die Burg zwei Terrassen. Auf der oberen thronten die alten Götter; die grössere Anzahl der Heiligthümer, darunter auch die von Demeter und Apollo, waren auf der unteren Terrasse, mit dem Theater ὑπὸ τὴν ἀκρόπολιν, aber oberhalb der Stadt Sikyon (Peloponnes II 492 ff.).

Später — vielleicht erst in der Zeit von Solon und Epimenides, wurde zwischen dem Eleusinion ὑπὸ πόλιν und den 'mystischen Ufern' des Ilissos ein festes Verhältniss geordnet, indem die Mysterien von Agrai als Vorstufe der Eleusinien angesehen wurden.

In die Geschichte tritt das Pelargikon als Tyrannenfestung ein.

Wir können jetzt erst begreifen, warum immer gesagt wird, die Pisistratiden seien 'im Pelargikon belagert' worden und nicht 'in der Akropolis'. Denn das Pelargikon kennen wir erst jetzt als die eigentliche Festung, welche die Hochburg als ihren Kern einfasste. Wir begreifen erst jetzt, wie sich die Tyrannen so lange darin halten

konnten, dass sie nur durch einen unvermutheten Zwischenfall zur Übergabe genöthigt wurden; denn sie hatten ja die Quellen der West- und Südseite in ihren Händen und ausserdem die Terrassen, auf denen sie Schlachtvieh weiden und Frucht bestellen konnten.

Nach Schleifung der Tyrannenfeste war die Burg schutzlos. Der Name derselben blieb aber im Gebrauch für die Citadelle der Stadt, und nur in diesem Sinne kann ich die Worte des Aristophanes (Vögel 832) verstehen: *τίς δαὶ κατέξει τῆς πόλεως τὸ Πελαργικόν*; man hat auch hier wieder mit Unrecht *πόλις* als Akropolis genommen, weil man sich einmal gewöhnt hatte, das Pelargikon als Thorbefestigung anzusehen.

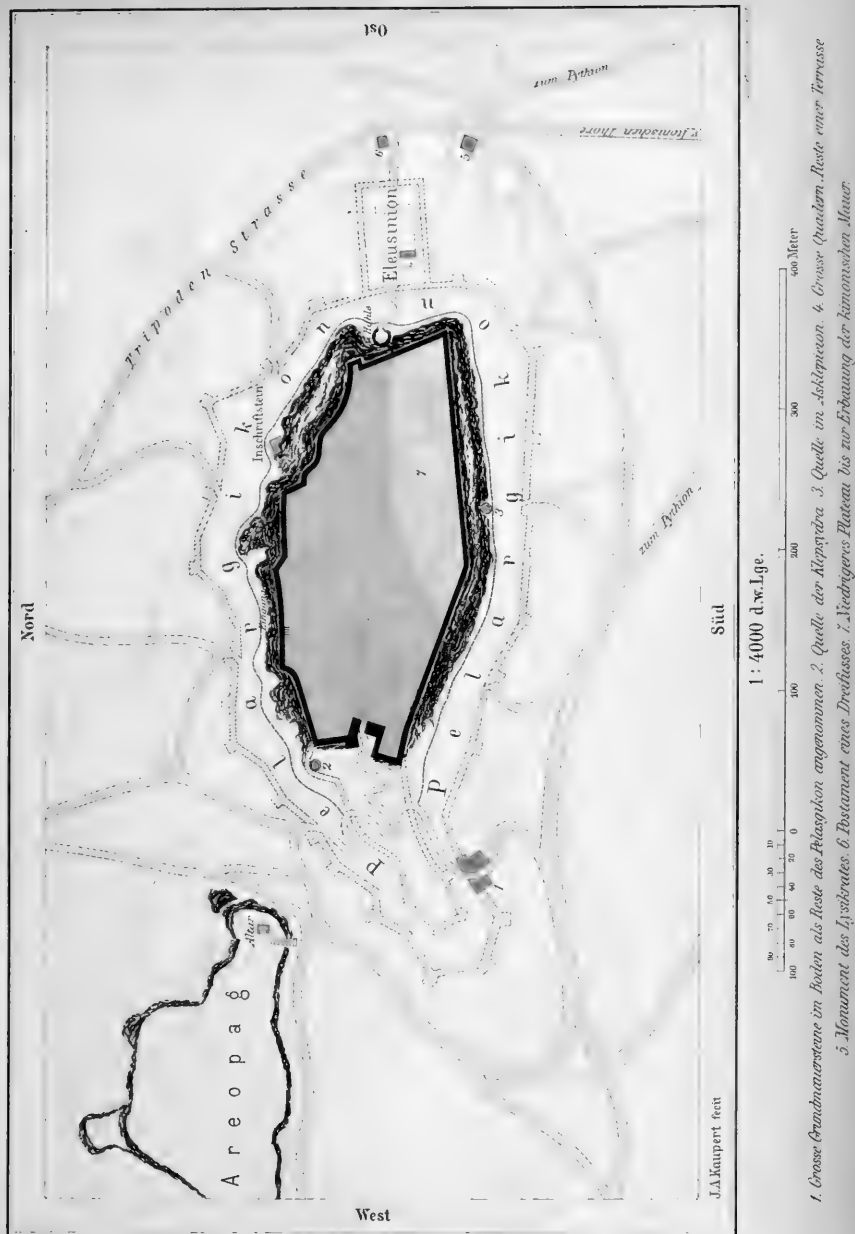
Die Akropolis ist niemals als Festung hergestellt worden, denn die Kimonische Mauer war wesentlich eine Terrassenmauer. Sie setzte auf die Felswände auf, welche hier einen natürlichen Gürtel bilden und machte es möglich, die schmale Terrasse, welche im Ganzen etwa 8 Meter unterhalb des oberen Plateaus sich hinzieht, in die Burghöhe hereinzuziehen und dadurch die Hochfläche so zu erweitern, dass grosse Prachtbauten auf derselben aufgeführt werden konnten.

Das Pelargikon war ein wüster Landstreifen inmitten der belebten Stadt. Die Mauer war gefallen, aber die Reminiscenz des alten pomoerium war nicht erloschen. Man verwerthete nach und nach die Steine, die hier herumlagen, und wenn Parrhesiades bei Lukian auf der Burgmauer sitzt und mit den von Athene entlehnten Geräthen fischt, als wenn er Steine aus dem Pelargikon angeln wolle (Piscat. 47), so liegt in diesem Scherz vermuthlich eine Anspielung darauf, dass man am Nordrande der Akropolis Maschinen aufgestellt zu sehen gewohnt war, mit denen Baumaterial heraufgewunden wurde. Solche Krahne konnten mit Angelruthen verglichen werden und so lässt sich das Stein-fischen im Pelargikon erklären.

Daneben behielten die uralten Grottenheiligthümer ihre Anziehungskraft; in gottesdienstlichem Eifer wurden neue Altäre errichtet, und eine alte Scheu hielt die Athener zurück, mit ihren Wohnungen näher an die Burg heranzurücken. So blieb mitten in der Stadt ein wüster Raum liegen ohne feste Einhegung. Daher geschah es, dass schon vor der Zeit des archidamischen Krieges, ehe noch der Nothstand dazu drängte, alle leeren Plätze (die *ἐρημα τῆς πόλεως*), die keine Ummauerung hatten, zu besetzen, die Schranken des alten pomoerium vielfach überschritten wurden. Diese Verhältnisse wurden von der priesterlichen Partei, deren Programm immer die scharfe Scheidung zwischen Heiligem und Profanem war, benutzt, um die Gemüther wegen Verabsäumung väterlicher Satzungen in Angst zu versetzen. Wir sehen bei dieser Gelegenheit Perikles und Lampon Hand in Hand gehen. Der Eine

dringt darauf, dass der Göttin des Eleusinion ihre vollen Ehren zurückgegeben werden, und damit auch die Hoheitsrechte am Fusse der Akropolis und die Aufsicht über Grund und Boden im Pelargikon, Perikles aber benutzt diese Gelegenheit nicht nur für seine Reichspolitik, indem er unter Benutzung des Demetercultus die Hellenen in einer neuen Form um Athen zu einigen sucht, sondern auch für die Verschönerung des attischen Landes durch Aufstellung von Weihgeschenken, worüber in der Volksversammlung entschieden werden soll. Mit der Wahrung des heiligen Rechts im Pelargikon ist aber von Staatswegen der Archon König beauftragt und ausserdem ein besonderes Collegium von Beamten, das Pollux VIII 101 erwähnt.

Eleusinion und Pelargikon.





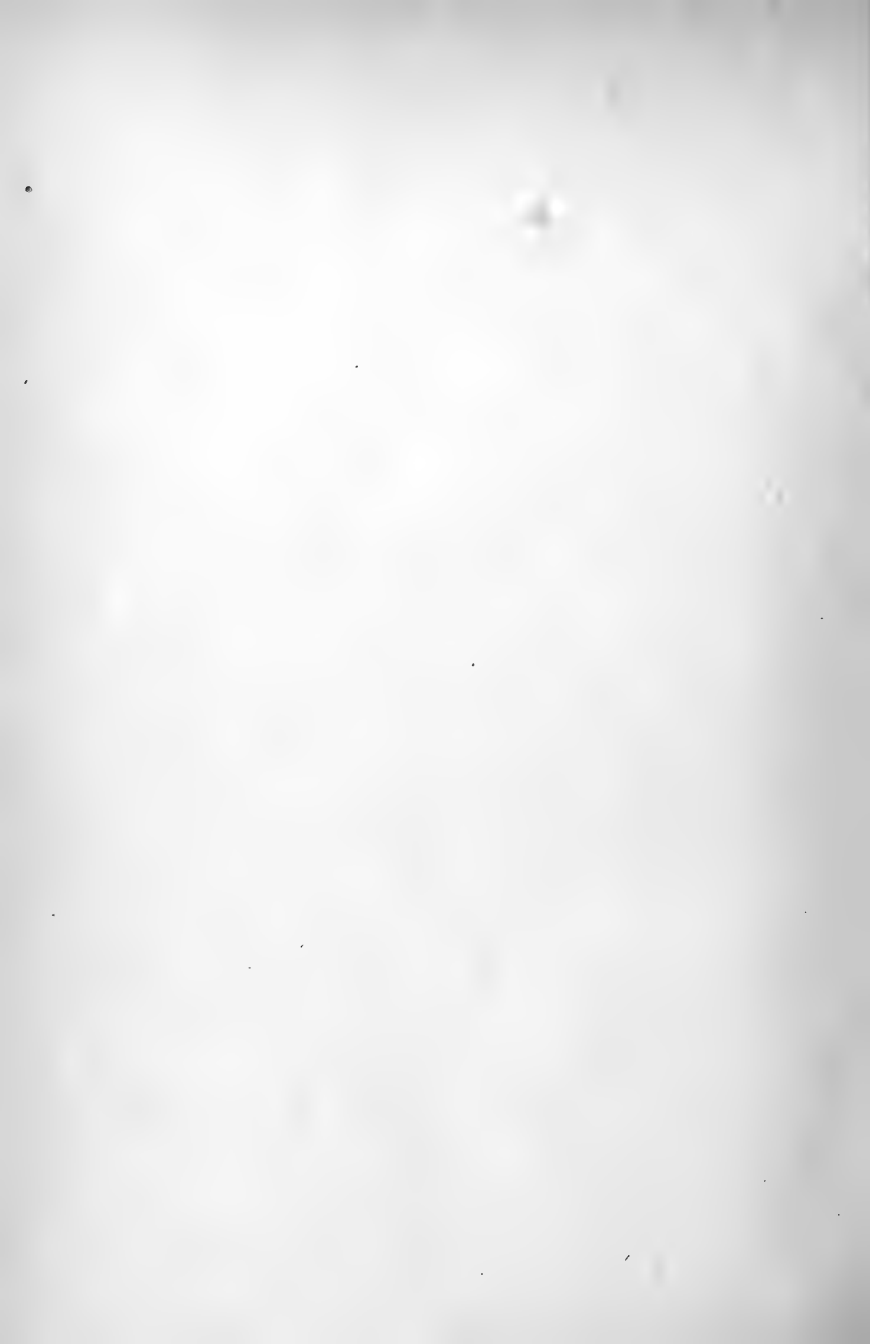
Adresse an die Universität zu Edinburgh.

Wie die Wissenschaft überhaupt das beste Gemeingut aller voll und glücklich entwickelten Völker ist, so feiern bei jeder Anstalt, die ihr zu dienen bestimmt ist, jedes ihrer grossen häuslichen Feste die auswärtigen mehr oder minder gleichartigen Körper mit. Auf Ihrer schönen Insel, in der alten Heimath tapferer und geistesfreier Forschung und praktisch angewandter Wissenschaftlichkeit, ist die Universität Edinburgh seit langen Jahrhunderten der deutschen Geistesarbeit eng verschwistert, Anregung gebend und wieder empfangend. Von dem edlen Samen, den Ihre Vorgänger und Sie selbst drei Jahrhunderte hindurch ausgestreut haben, ist manches Korn, und nicht das schlechteste, aus der Heimath Luthers zu Ihnen hinübergeführt worden. Von den schönen Früchten, die also erwachsen, sind manche, und nicht die schlechtesten, auf deutschen Boden verpflanzt worden und auf diesem weiter entwickelt und gediehen.

Mit den Segenswünschen, die aus der Nähe und aus der Ferne heute die in alter Ehrwürdigkeit und jugendlicher Frische dastehende Universität der Schottenhauptstadt begrüssen, vereint auch die Akademie der Wissenschaften in Berlin den ihrigen und entnimmt aus der reichen Vergangenheit und der glänzenden Gegenwart die sichere Bürgschaft für deren gleich reiche und gleich glänzende Zukunft.

Berlin im März MDCCCLXXXIV.

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften.



Jahresbericht über die Thätigkeit des Kaiserlich deutschen archaeologischen Instituts.

(In der öffentlichen Sitzung am 20. März 1884 erstattet von Hrn. CONZE
[s. oben S. 265].)

Wenn in festlicher Sitzung auch über die Thätigkeit des Kaiserlich deutschen archaeologischen Instituts zu berichten ist, so darf in der Regel nicht mehr gegeben werden, als eine kurze Aufzählung der verschiedenen Publicationen und eine Anzahl von Personalnotizen. Doch kann damit die Thätigkeit des Instituts in ihrem ganzen Umfange nicht als erschöpft gelten. Nicht nur, dass dabei der immerhin langsamen Bewegung, mit welcher grosse, in freiwilliger Arbeit betriebene Unternehmungen auch im Laufe des Jahres wieder von der Stelle gerückt sind, nicht ihr Recht geschieht; auch das entzieht sich solcher Berichterstattung, was das Institut seiner Gründungs-idee entsprechend auch heute noch leistet als Bindeglied zwischen uns nordischen Forschern und den Ländern, in welchen die Quellen unserer Kenntniss immer frisch sprudeln, was es ferner, seiner jüngeren Entwicklung entsprechend, als hohe Schule nicht nur für seine hier zu nennenden Stipendiaten und an seinem doppelten Domicil als Arbeitsplatz im Süden für Viele ist.

Von Rom aus bereiste im abgelaufenen Rechnungsjahre Hr. HELBIG behufs archaeologischer Erkundung die Maremmengegend, und nahm Aufenthalt in Corneto und Chiusi, desgleichen Hr. MAU für eine längere Zeit behufs eingehender Berichterstattung in Pompeji. Von Athen aus wurde eine Bereisung von Samos durch Hrn. FABRICIUS veranlasst, Hr. DÖRFFELD auf Wunsch der Direction der dortigen Ausgrabungen auf kurze Zeit nach Pergamon entsandt, Hr. LOLLING mit Leitung von Ausgrabungen am Artemision auf Nordeuböa beauftragt.

Der Fortgang sowohl der römischen Monumenti inediti und Annali, deren neuer Band zwar noch nicht abgeschlossen in unseren Händen ist, des dortigen Bulletino, wie auch der athenischen Mittheilungen, beweist, wie neben der erfreulich aufgewachsenen ein-

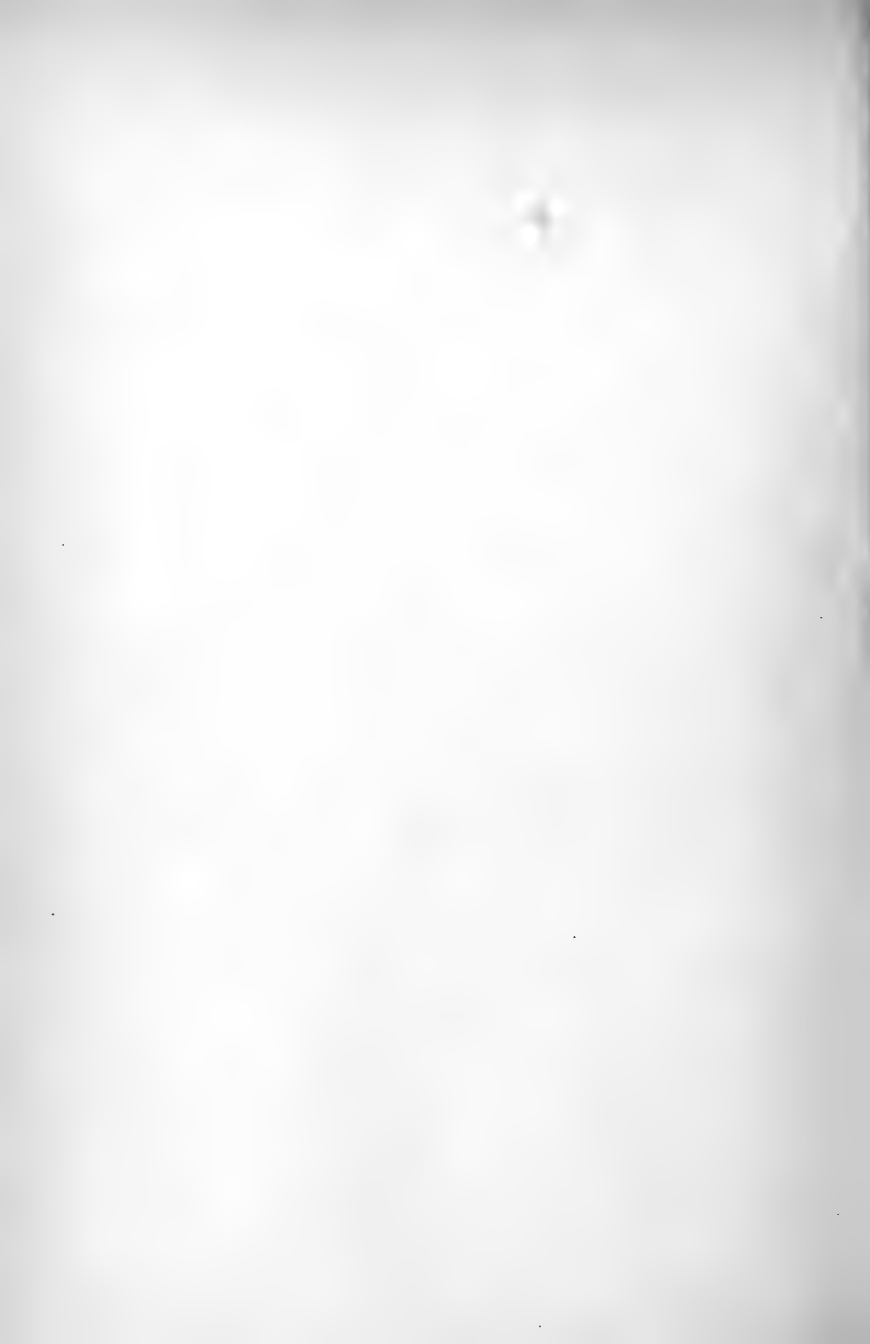
heimischen Publicationsthätigkeit in Italien und Griechenland, und neben der Mitbetheiligung anderer fremdländischer Anstalten daselbst, für das Institut in beiden genannten Ländern noch immer Arbeit zu thun bleibt. Die archaeologische Zeitung giebt daneben Zeugniß davon, dass namentlich auch hier in Berlin Zuwachs an Material in den K. Museen und Arbeitskräfte zu dessen Bewältigung nicht fehlen. Durch die *Ephemeris epigraphica* fährt das Institut fort, einer umfassenden Unternehmung unserer Akademie zur Seite zu stehen.

Von den sogenannten Serienpublicationen, durch welche unter Leitung der Berliner Centraldirection ganze künstlerische Gedankenkreise in möglichst absoluter Vollständigkeit aller ihrer erhaltenen Äusserungen der Forschung kritisch geordnet vor Augen gestellt werden sollen, ist erschienen in diesem Jahre nur das 1. Heft der Fortsetzung der GERHARD'schen etruskischen Spiegel von den Hrn. KLÜGMANN und KÖRTE. — Für die Sammlung der römischen Sarkophage beginnen wir wenigstens mit einer Anzahl fertig gestellter Probetafeln der Herausgabe näher zu treten; nach der Anordnung des Hrn. ROBERT sind diese Tafeln von Hrn. EICHLER und in der Kaiserlichen Reichsdruckerei hergestellt. — Der Vollendung nahe ist der 2. Band der antiken Terrakotten von Hrn. KEKULÉ unter künstlerischer Mitwirkung des Hrn. OTTO. — Gefördert ist die Fortsetzung der Herausgabe etruskischer Aschenkistenreliefs durch Hrn. KÖRTE. — Neu auf sich genommen hat das Institut die Sorge für Fortführung der Sammlung griechischer Grabreliefs, deren attischen Theil die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien zu veröffentlichen im Begriffe ist. — Auch das Repertorium, mit besonderer Richtung auf die Vorarbeiten zur Herausgabe der antiken Statuen, ist von Hrn. MICHAELIS weitergeführt worden. — Von den attischen Karten sind nach früherem Erscheinen der ersten vier Blätter unter Leitung der Hrn. CURTIUS und KAUFERT sieben neue, davon fünf fast vollendet, zur Herausgabe vorbereitet, drei andere werden gezeichnet, andere drei aufgenommen. — Die Technik der Herren vom grossen Generalstabe ist, wie diesen Karten, so auch den in diesem Jahre von Hrn. STEFFEN unter Mitwirkung des Hrn. LOLLING herausgegebenen Karten von Mykenai und Umgegend zu Gute gekommen.

In Erfüllung testamentarischer Verpflichtung haben wir das 6. und 7. Heft der Darstellungen aus der heiligen Geschichte von ALEX. IWANOFF erscheinen lassen.

Die Plenarversammlung der Centraldirection wurde vom 9. bis 12. April 1883 abgehalten. Den erwählten Hrn. FABRICIUS, KROCKER, MEIER, WOLTERS und MORITZ wurden durch das auswärtige Amt die fälligen Stipendien verliehen.

Auch eine grössere Anzahl von Mitgliedern wurde dem Institute in diesem Jahre wiederum zugeschrieben. Ausser Deutschland sind die Vereinigten Staaten von Nordamerika, Dänemark, England, Frankreich, Griechenland, Italien, Norwegen, Österreich und Rumänien durch sie vertreten. Wir dürfen danach hoffen, dass mit dem steten Wachsen des Stoffes auch die Zahl derer, welche mit uns seiner Bearbeitung sich widmen wollen, Schritt halten wird.



Beweis des Reciprocitätsgesetzes für die quadratischen Reste.

VON L. KRONECKER.

(Vorgelegt am 7. Februar [s. oben S. 75].)

I.

Sind a und x irgend welche reelle Grössen, so hat das Product:

$$(a - x) (a - x + \frac{1}{2})$$

dann und nur dann einen negativen Werth, wenn x zwischen a und $a + \frac{1}{2}$ oder, was dasselbe ist, wenn a zwischen $x - \frac{1}{2}$ und x liegt. Setzt man für x irgend eine ganze Zahl k_0 , so kann also jenes Product nur dann negativ sein, wenn $k_0 - 1$ die der Grösse a zunächst liegende kleinere ganze Zahl ist, und wenn nach deren Subtraction von a der Rest:

$$a - k_0 + 1$$

grösser als $\frac{1}{2}$ wird. Diese einfache Bemerkung führt zu einem analytisch brauchbaren Kriterium dafür, ob der bezeichnete Rest unter oder über $\frac{1}{2}$ liegt, d. h. also dafür, ob die der Grösse a nächste ganze Zahl kleiner oder grösser als a ist. Denn, da:

$$(a - k) (a - k + \frac{1}{2})$$

für alle von k_0 verschiedenen ganzen Zahlen k stets positiv ist, so hat offenbar das Product:

$$\prod_k (a - k) (a - k + \frac{1}{2}) \quad (k = 1, 2, 3, \dots, r),$$

wenn nur r nicht kleiner als jene Zahl k_0 — falls sie existirt — also nicht kleiner als die der Grösse $a + \frac{1}{2}$ zunächst liegende kleinere ganze Zahl genommen wird, einen positiven oder negativen Werth, je nachdem die der Grösse a zunächst benachbarte ganze Zahl kleiner oder grösser als a ist.

Bezeichnet man in GAUSS'scher Weise mit $[a]$ die der Grösse a zunächst liegende kleinere ganze Zahl und mit:

$$\text{sgn. } a$$

das Vorzeichen von a , so sind diese Bezeichnungen offenbar durch die Relationen:

$$a - 1 < [a] \leq a, \quad \text{sgn. } a = \frac{a}{[a]} = \pm 1$$

definiert, wenn durch $|a|$ in WEIERSTRASS'Scher Weise der absolute Werth von a dargestellt wird.¹ Setzt man ferner:

$$R(a) = a - [a + \frac{1}{2}],$$

so ist $R(a)$ der Rest, welcher verbleibt, wenn man von der Grösse a die ihr zunächst benachbarte ganze Zahl subtrahirt, und es ist daher:

$$\text{sgn. } R(a) = +1 \text{ oder } -1,$$

je nachdem der stets positive Werth der Differenz $a - [a]$ unter oder über $\frac{1}{2}$ liegt. Nach Einführung dieser Bezeichnungen kann das obige Resultat durch die Gleichung:

$$(A) \quad \text{sgn. } R(a) = \text{sgn. } \prod_k (a - k)(a - k + \frac{1}{2}) \quad (k=1, 2, 3, \dots, r; r \geq [a + \frac{1}{2}])$$

dargestellt werden. Aus dieser Gleichung folgt nun unmittelbar, dass:

$$(A^c) \quad \text{sgn. } R(n\alpha) = \text{sgn. } \prod_k \left(\alpha - \frac{k}{n} \right) \left(\alpha - \frac{k}{n} + \frac{1}{2n} \right) \quad (k=1, 2, 3, \dots, \frac{1}{2}(n-1))$$

wird, wenn n eine positive ungerade Zahl und α einen positiven echten Bruch, der kleiner als $\frac{1}{2}$ ist, bedeutet; denn unter diesen Voraussetzungen erfüllt der grösste Werth von k , bis zu welchem die Multiplication erstreckt wird, sicher die in der Gleichung (A) vorgeschriebene Bedingung:

$$r = \frac{1}{2}(n-1) \geq [n\alpha + \frac{1}{2}],$$

da $\alpha < \frac{1}{2}$, also $n\alpha < \frac{1}{2}(n+1)$ ist. Setzt man endlich im zweiten Factor auf der rechten Seite der Gleichung (A^c):

$$\frac{1}{2}(n+1) - k \text{ an die Stelle von } k,$$

so wird die Bedingung: $k=1, 2, 3, \dots, \frac{1}{2}(n-1)$ hierdurch nicht alterirt, und die Gleichung (A^c) geht in die für jede positive ungerade Zahl n geltende Gleichung:

$$(B) \quad \text{sgn. } R(n\alpha) = \text{sgn. } \prod_k \left(\alpha - \frac{k}{n} \right) \left(\alpha + \frac{k}{n} - \frac{1}{2} \right) \quad (0 < \alpha < \frac{1}{2}; k=1, 2, 3, \dots, \frac{1}{2}(n-1))$$

¹ In meinen Universitätsvorlesungen über algebraische Gleichungen und in meinen beiden Aufsätzen im Monatsbericht vom Februar 1878 habe ich das Vorzeichen einer reellen Grösse a mit $[a]$ bezeichnet; nun aber hier das Zeichen $| \ |$ in derjenigen Bedeutung brauchen zu können, welche GAUSS demselben beigelegt hat, musste ich in diesem Aufsätze jene Bezeichnungsweise abändern.

über, welche den Satz ausdrückt,

dass das Vorzeichen des Restes, welcher verbleibt, wenn man von na die ihr zunächst benachbarte ganze Zahl subtrahirt, mit demjenigen des Products:

$$\prod_k \left(\alpha - \frac{k}{n} \right) \left(\alpha + \frac{k}{n} - \frac{1}{2} \right) \quad (k=1, 2, 3, \dots, \frac{1}{2}(n-1))$$

genau übereinstimmt.

Ist $\alpha < \frac{1}{4}$, also $\alpha < \frac{1}{2} - \alpha$ und liegen λ^0 Brüche $\frac{k}{n}$ unter α , liegen ferner μ^0 Brüche zwischen α und $\frac{1}{2} - \alpha$, und endlich ν^0 über $\frac{1}{2} - \alpha$, so ist die Anzahl der negativen Factoren $\alpha - \frac{k}{n}$ gleich $\mu^0 + \nu^0$ und

die der negativen Factoren $\alpha + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}$ gleich $\lambda^0 + \mu^0$. Die Gesamtanzahl der negativen Factoren des Products ist daher $\lambda^0 + 2\mu^0 + \nu^0$.

Ist aber $\alpha > \frac{1}{4}$, also $\alpha > \frac{1}{2} - \alpha$ und liegen λ' Brüche $\frac{k}{n}$ unter $\frac{1}{2} - \alpha$ und ν' Brüche $\frac{k}{n}$ über α , so ist die Gesamtanzahl der negativen

Factoren des Products gleich $\lambda' + \nu'$. Da hiernach in beiden Fällen die Gesamtanzahl der negativen Factoren des Products mit dem Werthe von $\lambda + \nu$, welcher die Anzahl der ausserhalb des durch die Werthe von α und $\frac{1}{2} - \alpha$ begrenzten Intervalles ausdrückt, *modulo 2* übereinstimmt, so kann der obige Satz auch folgendermaassen formulirt werden:

Ist sowohl α als auch $\frac{1}{2} - \alpha$ positiv, so ist die Anzahl der Brüche mit positivem ungraden Nenner n :

$$\frac{1}{n}, \frac{2}{n}, \frac{3}{n}, \dots, \frac{\frac{1}{2}(n-1)}{n},$$

welche ausserhalb des durch die Werthe von α und $\frac{1}{2} - \alpha$ begrenzten Intervalles liegen, grade oder ungrade, je nachdem die dem Werthe von na zunächst liegende ganze Zahl kleiner oder grösser als na ist.

Bedeutet m eine positive ungrade Zahl und h irgend eine der Zahlen:

$$1, 2, 3, \dots, \frac{1}{2}(m-1),$$

und setzt man $\alpha = \frac{h}{m}$, so wird gemäss der Gleichung (91):

$$(3) \quad \text{sgn. R} \left(\frac{nh}{m} \right) = \text{sgn. } \prod_k \left(\frac{h}{m} - \frac{k}{n} \right) \left(\frac{h}{m} + \frac{k}{n} - \frac{1}{2} \right) \quad (k=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(n-1)).$$

Ist nun h' diejenige von den Zahlen:

$$1, 2, 3, \dots, \frac{1}{2}(m-1),$$

welche ihrem absoluten Werthe nach der Zahl nh modulo m congruent ist, so wird:

$$nh \equiv h' \operatorname{sgn.} R\left(\frac{nh}{m}\right) \pmod{m}$$

und also:

$$(\mathfrak{C}) \quad nh \equiv h' \operatorname{sgn.} \prod_{k=1}^{k=\frac{1}{2}(n-1)} \left(\frac{h}{m} - \frac{k}{n}\right) \left(\frac{h}{m} + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right) \pmod{m}.$$

Auf diese Congruenz stützt sich der Beweis des Reciprocitätsgesetzes, welcher nunmehr gegeben werden soll. Um jedoch die Einfachheit dieses Beweises in das hellste Licht zu setzen, soll dabei die hier aus allgemeineren Betrachtungen hergeleitete Congruenz (C) nochmals, und zwar in ganz directer Weise, begründet werden.

II.

Unter den je $\frac{1}{2}(n-1)$ Grössen:

$$\frac{h}{m} - \frac{k^0}{n}, \frac{h}{m} + \frac{k'}{n} - \frac{1}{2} \quad (k^0, k' = 1, 2, \dots, \frac{1}{2}(n-1))$$

sind je zwei, für welche $k^0 + k' = \frac{1}{2}(n+1)$ ist, von gleichem Vorzeichen, den einzigen Fall ausgenommen, in welchem eine Zahl k^0 die Ungleichheitsbedingung:

$$\frac{nh}{m} < k^0 < \frac{nh}{m} + \frac{1}{2}$$

erfüllt. Dies findet aber nur Statt, wenn die dem Bruche $\frac{nh}{m}$ zunächst

liegende ganze Zahl grösser als $\frac{nh}{m}$, und wenn also $nh \equiv -h' \pmod{m}$

ist. Das Product:

$$\prod_k \left(\frac{h}{m} - \frac{k}{n}\right) \left(\frac{h}{m} + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right) \quad (k=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(n-1))$$

ist daher positiv oder negativ, je nachdem der absolut kleinste Rest von $nh \pmod{m}$ positiv oder negativ ist, d. h. es besteht die Congruenz:

$$(\mathfrak{C}) \quad nh \equiv h' \operatorname{sgn.} \prod_{k=1}^{k=\frac{1}{2}(n-1)} \left(\frac{h}{m} - \frac{k}{n}\right) \left(\frac{h}{m} + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right) \pmod{m}$$

so wie die damit äquivalente Gleichung:

$$(B) \quad \text{sgn. } R\left(\frac{nh}{m}\right) = \text{sgn. } \prod_{k=1}^{k=\frac{1}{2}(n-1)} \left(\frac{h}{m} - \frac{k}{n}\right) \left(\frac{h}{m} + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right).$$

Setzt man in der Congruenz (C) für h die Zahlen $1, 2, \dots, \frac{1}{2}(m-1)$ und multiplicirt die sämtlichen daraus entstehenden Congruenzen mit einander, so kommt:

$$(C') \quad n^{\frac{1}{2}(m-1)} \prod_h h \equiv \prod_h h \cdot \text{sgn. } \prod_{h,k} \left(\frac{h}{m} - \frac{k}{n}\right) \left(\frac{h}{m} + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right) \pmod{m},$$

$$(h = 1, 2, \dots, \frac{1}{2}(m-1); k = 1, 2, \dots, \frac{1}{2}(n-1))$$

und hieraus folgt, wenn m eine Primzahl ist, die Gleichung:

$$(D) \quad \left(\frac{n}{m}\right) = \text{sgn. } \prod_{h,k} \left(\frac{h}{m} - \frac{k}{n}\right) \left(\frac{h}{m} + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right) \quad \left(h=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(m-1); k=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(n-1)\right),$$

in welcher das LEGENDRE'sche Zeichen $\left(\frac{n}{m}\right)$ so dargestellt ist, dass die Reciprocitätsgleichung:

$$(E) \quad \left(\frac{m}{n}\right) \left(\frac{n}{m}\right) = (-1)^{\frac{1}{4}(m-1)(n-1)}$$

unmittelbar in Evidenz tritt, wenn auch n als Primzahl vorausgesetzt wird.

III.

Der vorstehende Beweis des Reciprocitätsgesetzes für die quadratischen Reste ist wohl der einfachste unter allen, die bisher gegeben worden sind; er gehört in diejenige Kategorie, welche durch den dritten und fünften GAUSS'schen Beweis bezeichnet wird, und welche ich in meiner Mittheilung vom 22. Juni 1876 eingehend behandelt habe.¹ In ähnlicher Weise, wie hier durch die Gleichung (D), habe ich auch dort das LEGENDRE'sche Zeichen durch das Vorzeichen eines Products dargestellt, und die dortige Bestimmungsweise² lässt sich bei Anwendung der hier eingeführten Bezeichnungen durch die Gleichung:

$$(D') \quad \left(\frac{m}{n}\right) = \text{sgn. } \prod_{h,k} \left(\frac{h}{m} - \frac{k}{n}\right) \quad \left(h=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(m-1); k=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(n-1)\right),$$

ausdrücken. Bei beiden Arten der Darstellung des LEGENDRE'schen Zeichens, d. h. sowohl bei derjenigen, welche durch die Gleichung (D)

¹ Monatsbericht vom Juni 1876, S. 331 u. flgde.

² Vergl. die mit (B') bezeichnete Bestimmung a. a. O. S. 335.

als bei derjenigen, welche durch die Gleichung (\mathfrak{D}') ausgedrückt wird, tritt die Geltung des Reziprocitätsgesetzes in Evidenz. An formaler Einfachheit wird offenbar die neue Bestimmung (\mathfrak{D}) durch die frühere (\mathfrak{D}') übertroffen, aber diese steht jener in einer viel wichtigeren Beziehung nach, nämlich in Hinsicht der Einfachheit des Nachweises, dass wirklich durch die Zeichen auf der rechten Seite in (\mathfrak{D}) und (\mathfrak{D}') die LEGENDRE'schen Zeichen dargestellt werden. Der erforderliche Nachweis ist dort im §. 2 durch eine allerdings kurze, aber immerhin etwas künstlich erscheinende Deduction geführt, dagegen hier im Art. II unmittelbar auf die Congruenz (\mathfrak{C}) gestützt worden, welche selbst in den Eingangssätzen des Art. II eine höchst einfache und natürliche Begründung erhalten hat.

Die Vergleichung von (\mathfrak{D}) und (\mathfrak{D}') ergiebt die Relation:

$$\left(\frac{m}{n}\right)\left(\frac{n}{m}\right) = \text{sign.} \prod_{h,k} \left(\frac{h}{m} + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right) \quad \left(\begin{matrix} h=1,2,\dots,\frac{1}{2}(m-1) \\ k=1,2,\dots,\frac{1}{2}(n-1) \end{matrix}\right)$$

oder also, wegen (\mathfrak{C}) :

$$(\mathfrak{D}) \quad (-1)^{\frac{1}{4}(m-1)(n-1)} = \text{sign.} \prod_{h,k} \left(\frac{h}{m} + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right) \quad \left(\begin{matrix} h=1,2,\dots,\frac{1}{2}(m-1) \\ k=1,2,\dots,\frac{1}{2}(n-1) \end{matrix}\right).$$

Diese Gleichung, welche die Verbindung der beiden Bestimmungsweisen des LEGENDRE'schen Zeichens und also die Zurückführung der einen auf die andere enthält, soll nunmehr direct verificirt werden.

Da die grösste der Zahlen k , wofür — bei festem h — noch $\frac{h}{m} + \frac{k}{n} < \frac{1}{2}$ ist, durch:

$$\left[\frac{n}{2} - \frac{nh}{m} \right]$$

dargestellt wird, so ist die Gesamtzahl der negativen Factoren des Products auf der rechten Seite von (\mathfrak{D}) :

$$\sum_h \left[\frac{n}{2} - \frac{nh}{m} \right] \quad (h=1,2,\dots,\frac{1}{2}(m-1)).$$

Bedeutet nun g_h die dem Bruche $\frac{nh}{m}$ zunächst liegende ganze Zahl, so wird:

$$nh = mg_h \pm h',$$

wo auch h' eine der $\frac{1}{2}(m-1)$ Zahlen h ist, und:

$$\left[\frac{n}{2} - \frac{nh}{m} \right] = \frac{1}{2}(n-1) - g_h.$$

Es wird daher:

$$\sum_h \left[\frac{n}{2} - \frac{nh}{m} \right] = \frac{1}{4} (m-1) (n-1) - \sum_h g_h \quad (h=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(m-1)),$$

und da vermöge der Gleichung: $nh = mg_h + h'$ die Congruenz:

$$g_h \equiv h - h' \pmod{2}$$

besteht, so folgt, dass $\sum_h g_h$ eine grade Zahl ist, und dass daher in der That die durch:

$$\sum_h \left[\frac{n}{2} - \frac{nh}{m} \right] \quad (h=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(m-1))$$

ausgedrückte Gesamtzahl der negativen Factoren des Products auf der rechten Seite von (8) dem Exponenten auf der linken Seite, nämlich der Zahl:

$$\frac{1}{4} (m-1) (n-1),$$

nach dem Modul 2 congruent ist.

IV.

Die im §. 3 meiner Mittheilung vom Juni 1876 gegebenen Entwicklungen vereinfachen sich sehr wesentlich, wenn man die Gleichung (D) an Stelle der Gleichung (D') zum Ausgangspunkt nimmt. Definirt man nämlich für irgend zwei positive ungrade Zahlen m, n das Zeichen $\left(\frac{n}{m} \right)$ durch die Gleichung:

$$(D) \quad \left(\frac{n}{m} \right) = \text{sgn.} \prod_{h,k} \left(\frac{h}{m} - \frac{k}{n} \right) \left(\frac{h}{m} + \frac{k}{n} - \frac{1}{2} \right) \quad \left(\begin{matrix} h=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(m-1) \\ k=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(n-1) \end{matrix} \right),$$

so folgt aus der Gleichung (B) des Art. II, dass auch:

$$(D^{\circ}) \quad \left(\frac{n}{m} \right) = \text{sgn.} \prod_h R \left(\frac{nh}{m} \right) \quad (h=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(m-1))$$

ist, und aus der Gleichung (D) selbst erhellt unmittelbar die Reciprocitätsgleichung:

$$(E) \quad \left(\frac{m}{n} \right) \left(\frac{n}{m} \right) = (-1)^{\frac{1}{4}(m-1)(n-1)}.$$

Nun ist gemäss der Definition des Zeichens R:

$$(G) \quad R \left(\frac{nh}{m} \right) = \varepsilon R \left(\frac{n^{\circ} h}{m} \right), \text{ wenn } n \equiv \varepsilon n^{\circ} \pmod{m} \text{ und } \varepsilon = \pm 1 \text{ ist,}$$

$$(H) \quad \text{sgn.} R \left(\frac{nh}{m} \right) \cdot \text{sgn.} R \left(\frac{n' h'}{m} \right) = \text{sgn.} R \left(\frac{m' h'}{m} \right), \text{ wenn } nh = \pm h' \pmod{m} \text{ ist;}$$

denn aus den Gleichungen:

$$\begin{aligned} R\left(\frac{nh}{m}\right) &= \frac{h'}{m} \operatorname{sgn.} R\left(\frac{nh}{m}\right), \quad R\left(\frac{n'h}{m}\right) = \frac{h''}{m} \operatorname{sgn.} R\left(\frac{n'h}{m}\right) \\ R\left(\frac{mn'h}{m}\right) &= \frac{h'''}{m} \operatorname{sgn.} R\left(\frac{mn'h}{m}\right) \end{aligned}$$

folgt sowohl, dass die Gleichung (5) bestehen, als auch dass $h'' = h'''$ sein muss. Aus den Gleichungen (6) und (5) aber resultiren für das Zeichen $\left(\frac{n}{m}\right)$ die Fundamentalrelationen:

$$\begin{aligned} (\beta) \quad \left(\frac{n}{m}\right) &= \left(\frac{n^\circ}{m}\right), \text{ wenn } n \equiv n^\circ \pmod{m} \text{ ist,} \\ (\beta') \quad \left(\frac{n}{m}\right) &= \left(\frac{n^\circ}{m}\right) (-1)^{\frac{1}{2}(m-1)}, \text{ wenn } n \equiv -n^\circ \pmod{m} \text{ ist,} \\ (\gamma) \quad \left(\frac{n}{m}\right) \left(\frac{n'}{m}\right) &= \left(\frac{nn'}{m}\right), \end{aligned}$$

und aus dieser letzteren Gleichung ergibt sich mit Hülfe der Reciprocitätsgleichung (6) die fernere Relation:

$$(\gamma') \quad \left(\frac{m}{n}\right) \left(\frac{m}{n'}\right) = \left(\frac{m}{nn'}\right),$$

welche zeigt, dass das durch die Gleichung (D) definirte Zeichen $\left(\frac{n}{m}\right)$ nicht verschieden von dem LEGENDRE-JACOBI'schen sein kann, sobald für Primzahlen m :

$$\left(\frac{n}{m}\right) = +1 \text{ oder } -1$$

wird, je nachdem n quadratischer Rest oder Nichtrest von m ist.

Die Fundamentalrelationen (β) , (β') , (γ) , (γ') stimmen mit denjenigen überein, welche in meiner Mittheilung im Monatsbericht vom Juni 1876 (S. 337 und 338) mit (β) , (β') , (γ) , (γ') bezeichnet worden sind, und es kann daher von hier ab der Nachweis, dass das durch die Gleichung (D) definirte Zeichen mit dem LEGENDRE-JACOBI'schen identisch ist, genau so wie dort zu Ende geführt werden, und zwar ohne von dem GAUSS'schen Lemma Gebrauch zu machen oder überhaupt über die engere Sphäre der quadratischen Reste, in welcher sich der erste GAUSS'sche Beweis des Reciprocitätsgesetzes hält, hinauszugehen.¹ Gestattet man sich aber die in der That über diese Sphäre hinausgreifende Benutzung des Satzes, dass für eine Primzahl m :

$$n^{\frac{1}{2}(m-1)} \equiv +1 \text{ oder } -1 \pmod{m}$$

¹ Vergl. die Ausführungen am Schlusse meines Aufsatzes im Monatsbericht vom Juni 1876, S. 340 und 341.

wird, je nachdem n quadratischer Rest oder Nichtrest von m ist, so geht schon aus der Congruenz (C') im Art. II hervor, dass das Vorzeichen des Products:

$$\prod_{h,k} \left(\frac{h}{m} - \frac{k}{n} \right) \left(\frac{h}{m} + \frac{k}{n} - \frac{1}{2} \right) \quad \left(\begin{matrix} h=1,2,\dots,\frac{1}{2}(m-1) \\ k=1,2,\dots,\frac{1}{2}(n-1) \end{matrix} \right)$$

für den Fall, dass m Primzahl ist, mit dem LEGENDRE'schen Zeichen $\left(\frac{n}{m} \right)$ übereinstimmt, und es ist hiermit, da nur dieser Punkt noch zu erledigen war, der obige Nachweis der allgemeinen Übereinstimmung des Zeichens jenes Products mit dem LEGENDRE-JACOBI'schen Zeichen $\left(\frac{n}{m} \right)$ vervollständigt.

Der Nachweis, dass das Zeichen $\left(\frac{n}{m} \right)$ in der Gleichung (D) mit dem LEGENDRE-JACOBI'schen Zeichen übereinstimmt, enthält zugleich denselben Nachweis für das Zeichen $\left(\frac{n}{m} \right)$ in der Gleichung (D'), d. h. also den Nachweis dafür, dass das Zeichen des Products:

$$\prod_h \left(\frac{nh}{m} \right) \quad (h=1,2,\dots,\frac{1}{2}(m-1)),$$

wenn m und n keinen gemeinsamen Theiler haben, mit dem LEGENDRE-JACOBI'schen Zeichen $\left(\frac{n}{m} \right)$ identisch ist. Dies kann aber auch direct in einfacher Weise gezeigt werden. Denkt man sich nämlich alle Brüche $\frac{h}{m}$ auf ihre reducirte Form $\frac{r}{d}$ gebracht, so zerfällt das obige Product in so viel Theilproducte:

$$\prod_r \left(\frac{nr}{d} \right)$$

als Divisoren (d) von m vorhanden sind. Jedes dieser Producte erstreckt sich auf alle Zahlen r , die kleiner als $\frac{1}{2}d$ und relativ prim zu d sind, und vermöge der Congruenz:

$$nr \equiv r' \operatorname{sgn.} R \left(\frac{nr}{d} \right) \pmod{d},$$

durch welche nach Art. I das Zeichen $\operatorname{sgn.} R \left(\frac{nr}{d} \right)$ definiert ist, wird:

$$\operatorname{sgn.} \prod_r \left(\frac{nr}{d} \right) \equiv n^{\frac{1}{2} \phi(d)} \pmod{d},$$

wenn $\phi(d)$ in üblicher Weise die Anzahl der Zahlen bedeutet, die kleiner als d und relativ prim zu d sind. Da nun die Congruenz:

$$n^{\frac{1}{2}\phi(d)} \equiv 1 \quad \text{oder} \quad \left(\frac{n}{p}\right) \pmod{d}$$

besteht, je nachdem d mehrere verschiedene Primzahlen enthält oder die Potenz einer einzigen Primzahl p ist, so wird:

$$\text{sgn. } \prod_h \left(\frac{nh}{m}\right) = \prod_p \left(\frac{n}{p}\right) \quad (h=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(m-1)),$$

wo das Product rechts auf alle in m enthaltenen (gleichen oder verschiedenen) Primzahlen zu erstrecken und unter $\left(\frac{n}{p}\right)$ das LEGENDRE'sche Zeichen zu verstehen ist. Bekanntlich wird aber bei der JACOBI'schen Verallgemeinerung des LEGENDRE'schen Zeichens durch eben dieses Product:

$$\prod_p \left(\frac{n}{p}\right)$$

das Zeichen $\left(\frac{n}{m}\right)$ für den Fall einer beliebigen positiven ungeraden Zahl m definirt, und es hat also in der Gleichung:

$$(\mathfrak{D}^\circ) \quad \left(\frac{n}{m}\right) = \text{sgn. } \prod_h \left(\frac{nh}{m}\right) \quad (h=1, 2, \dots, (m-1))$$

das Zeichen auf der linken Seite für eine beliebige positive ungrade Zahl m in der That genau die Bedeutung, welche ihm JACOBI beigelegt hat.

Auf diesem directen Wege ist Hr. E. SCHERING, wie ich aus seiner Abhandlung im I. Bande der Acta Mathematica entnehme, zu dem durch die Gleichung (\mathfrak{D}°) ausgedrückten Satze gelangt, welchen er im Juni 1876 der Akademie mitgetheilt hat.¹ Ich selber war dazu schon im Verlaufe der an der hiesigen Universität im Wintersemester 1869/70 gehaltenen Vorträge durch die einfache Bemerkung geführt worden,² dass das Product:

$$\prod_h \frac{\sin \frac{2nh\pi}{m}}{\sin \frac{2h\pi}{m}} \quad (h=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(m-1)),$$

¹ Monatsbericht vom Juni 1876, S. 330.

² " " " " " S. 331.

durch welches EISENSTEIN für den Fall einer Primzahl m das LEGENDRE'sche Zeichen $\left(\frac{n}{m}\right)$ dargestellt hat, auch für zusammengesetzte Zahlen m nur einen der Werthe $-1, 0, +1$ haben kann. Es lag also nahe, die Bedingungen zu untersuchen, unter welchen einer oder der andere Werth eintritt, und ich fand dabei, dass jenes EISENSTEIN'sche Product stets das durch JACOBI verallgemeinerte LEGENDRE'sche Zeichen $\left(\frac{n}{m}\right)$ darstellt, vorausgesetzt, dass man dessen Bedeutung noch dahin erweitert, dass es gleich Null wird, sobald m und n einen gemeinsamen Theiler haben. Die dabei erforderlichen Entwicklungen habe ich genau so, wie ich sie im Monatsbericht vom Juni 1876 mitgetheilt habe, schon in meinen Universitätsvorträgen im Winter 1869/70 und seitdem regelmässig in den Vorlesungen gegeben, welche ich alle zwei Jahre an der hiesigen Universität über die Anwendungen der Analysis auf Zahlentheorie gehalten habe. Den Vorlesungen im Winter 1875/76 haben unter Anderen die Hrn. HETTNER und KNOBLAUCH beigewohnt, und der erstere hat sich damals die Mühe genommen, eine genaue und vollständige Ausarbeitung der Vorlesungen anzufertigen. Diese Ausarbeitung enthält jene erwähnten, im Monatsbericht vom Juni 1876 abgedruckten Entwicklungen in aller Ausführlichkeit und zeigt also, dass ich sie schon im vorausgegangenen Winter dem Kreise meiner Zuhörer bekannt gegeben hatte.

V.

Jene neue und, wie mir scheint, bemerkenswerthe Bestimmungsweise des Vorzeichens $\text{sgn. } R(n\alpha)$, welche durch die Gleichung (9) im Art. I ausgedrückt ist, und welche das eigentliche Fundament des Reciprocitätsgesetz-Beweises im Art. II bildet, habe ich ursprünglich nicht auf dem im Art. I angegebenen arithmetischen Wege erlangt. Ich bin vielmehr durch die Bemerkung darauf geführt worden, dass offenbar:

$$\text{sgn. } R(n\alpha) = \text{sgn. } \text{tg } n\alpha\pi$$

ist, da $R(n\alpha)$ den in dem Intervalle zwischen $-\frac{1}{2}$ und $+\frac{1}{2}$ liegenden Rest bedeutet, welcher verbleibt, wenn man von der Grösse $n\alpha$ die ihr zunächst benachbarte ganze Zahl subtrahirt. Indem ich nun in dieser Gleichung an Stelle von $\text{tg } n\alpha\pi$ das damit identische Product:

$$\prod_k \text{tg} \left(\alpha - \frac{k}{n} \right) \pi \cot \left(\alpha + \frac{k}{n} - \frac{1}{2} \right) \pi \quad (k=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(n-1)),$$

setzte und dann in Betracht zog, dass unter der Voraussetzung:
 $0 < \alpha < \frac{1}{2}$ die Argumente:

$$\left(\alpha - \frac{k}{n}\right)\pi, \quad \left(\alpha + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right)\pi \quad (k=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(n-1))$$

sämmtlich zwischen $-\frac{1}{2}\pi$ und $+\frac{1}{2}\pi$ liegen, und dass also die Vorzeichen der einzelnen Factoren:

$$\operatorname{tg}\left(\alpha - \frac{k}{n}\right)\pi, \quad \cot\left(\alpha + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right)\pi \quad (k=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(n-1))$$

mit denen der Argumente selbst übereinstimmen müssen, ergab sich mir unmittelbar die Gleichung (A) des Art. I:

$$\operatorname{sgn.} R(n\alpha) = \operatorname{sgn.} \prod_k \left(\alpha - \frac{k}{n}\right) \left(\alpha + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right) \quad (0 < \alpha < \frac{1}{2}; k=1, 2, \dots, \frac{1}{2}(n-1)).$$

Ich suchte diese Gleichung nun in rein arithmetischer Weise zu begründen und fand dabei jene einfache Herleitung, welche ich im Art. I mitgetheilt habe.¹

VI.

Aus dem Reciprocitätsgesetze ergeben sich bekanntlich Methoden zur Bestimmung des LEGENDRE-JACOBI'schen Zeichens, und ich pflege in meinen Universitätsvorlesungen mehrere solche Methoden auseinanderzusetzen. Eine derselben habe ich am Schlusse meines im Monatsbericht vom Juli 1880 abgedruckten Aufsatzes kurz angedeutet, und eine andere, besonders elegante Bestimmungsweise des LEGENDRE-JACOBI'schen Zeichens will ich hier am Schlusse der vorliegenden Mittheilung ganz so wie in meinen im Winter 1875/76 gehaltenen Vorlesungen, genau nach der schon oben erwähnten Ausarbeitung des Hrn. Prof. HETTNER, ausführlich und vollständig entwickeln.

Sind m und n positive oder negative ungrade Zahlen und ist δ das Vorzeichen von m und ε dasjenige von n , so gilt die allgemeine Reciprocitätsformel:²

$$(\text{C}) \quad \left(\frac{m}{n}\right) \left(\frac{n}{m}\right) = (-1)^{\frac{1}{4}(m-1)(n-1) - \frac{1}{4}(\delta-1)(\varepsilon-1)},$$

welche aus der specielleren, im Art. II bewiesenen Reciprocitäts-

¹ Vergl. auch die Deduction im Art. II für $\alpha = \frac{h}{m}$.

² Vergl. die Formel (B) meines Aufsatzes im Monatsbericht vom Juni 1876, S. 333.

gleichung (8) leicht herzuleiten ist. Geht man nun von zwei (positiven oder negativen) ungeraden Zahlen n_0, n_1 für welche:

$$|n_0| > |n_1|$$

ist, aus und bildet daraus eine Reihe von Zahlen:

$$n_0, n_1, n_2, n_3, \dots, n_l$$

derart, dass:

$$(8) \quad n_2 = -2n_1 R\left(\frac{n_0}{2n_1}\right), n_3 = -2n_2 R\left(\frac{n_1}{2n_2}\right), \dots, n_l = -2n_{l-1} R\left(\frac{n_{l-2}}{2n_{l-1}}\right)$$

wird, so ist dies eine Reihe von lauter ungeraden, positiven oder negativen, ihrem absoluten Werthe nach abnehmenden Zahlen, und es besteht zwischen ihnen eine Reihe von Gleichungen:

$$(9) \quad n_0 - 2r_1 n_1 + n_2 = 0, n_1 - 2r_2 n_2 + n_3 = 0, \dots, n_{l-2} - 2r_{l-1} n_{l-1} + n_l = 0,$$

in denen r_1, r_2, \dots, r_{l-1} positive oder negative ganze Zahlen sind.

Bezeichnet man nämlich die dem Bruche $\frac{n_{k-1}}{2n_k}$ zunächst liegende positive oder negative ganze Zahl mit r_k , so ist der absolute Werth der

Differenz $\frac{n_{k-1}}{2n_k} - r_k$ kleiner als $\frac{1}{2}$; es ist daher:

$$\frac{n_{k-1}}{2n_k} - r_k = R\left(\frac{n_{k-1}}{2n_k}\right) \quad (k=1, 2, \dots, l-1)$$

und folglich gemäss den Gleichungen (8):

$$\frac{n_{k-1}}{2n_k} - r_k = \frac{-n_{k+1}}{2n_k} \quad (k=1, 2, \dots, l-1),$$

so dass in der That:

$$(9) \quad n_{k-1} - 2r_k n_k + n_{k+1} = 0 \quad (k=1, 2, \dots, l-1)$$

wird. — Sind n_0 und n_1 , wie von jetzt ab angenommen werden soll, zu einander relativ prim, so kann man die Reihe der Zahlen n so weit fortsetzen, dass $n_l = \pm 1$ wird.

Es seien nun η_k, ν_k, ρ_k diejenigen Werthe ± 1 , wofür:

$$\eta_k n_k \equiv 1 \pmod{4}, \quad \nu_k n_k > 0, \quad \rho_k r_k > 0$$

wird, so dass $\nu_k = \text{sgn. } n_k$ und $\rho_k = \text{sgn. } r_k$ ist, während η_k als der Werth von $\text{sgn. } n_k \text{ modulo } 4$ definiert werden kann.¹ Bei Ein-

¹ Nennt man, ähnlich wie in der Theorie der complexen Zahlen, eine ungrade (positive oder negative) Zahl *primär*, wenn sie congruent 1 modulo 4 ist, so kann η_k als diejenige (positive oder negative) Einheit definiert werden, wofür $\eta_k n_k$ primär ist oder wird.

führung dieser Bezeichnungen wird gemäss der obigen Reciprocitätsformel (E):

$$\left(\frac{n_{k-1}}{-n_k}\right)\left(\frac{-n_k}{n_{k-1}}\right) = (-1)^{\frac{1}{4}\sigma_k},$$

wo: $\sigma_k = (\eta_{k-1} - 1)(\eta_k + 1) - (\nu_{k-1} - 1)(\nu_k + 1)$

ist; und hiernach wird:

$$(\mathfrak{M}) \quad \prod_k \left(\frac{n_{k-1}}{-n_k}\right) \prod_k \left(\frac{-n_k}{n_{k-1}}\right) = (-1)^{\frac{1}{4}\mathfrak{S}} \quad (k=1, 2, \dots, t),$$

wo:

$$(\mathfrak{M}') \quad \mathfrak{S} = \sum_k \{(\eta_{k-1} - 1)(\eta_k + 1) - (\nu_{k-1} - 1)(\nu_k + 1)\} \quad (k=1, 2, \dots, t)$$

zu setzen ist. Aus den Gleichungen (9) folgt aber, dass:

$$n_{k-1} \equiv -n_{k+1} \pmod{2n_k}$$

also:

$$\left(\frac{n_{k-1}}{-n_k}\right) = \left(\frac{-n_{k+1}}{n_k}\right)$$

und daher:

$$\prod_{k=1}^{k=t-1} \left(\frac{n_{k-1}}{-n_k}\right) = \prod_{k=1}^{k=t-1} \left(\frac{-n_{k+1}}{n_k}\right) = \prod_{k=2}^{k=t} \left(\frac{-n_k}{n_{k-1}}\right)$$

ist, und mit Hülfe dieser Relation verwandelt sich das erstere Product auf der linken Seite der Gleichung (M) in:

$$\left(\frac{-n_1}{n_0}\right)\left(\frac{n_{t-1}}{n_t}\right) \prod_k \left(\frac{-n_k}{n_{k-1}}\right) \quad (k=1, 2, \dots, t);$$

diese Gleichung (M) selbst geht also in folgende über:

$$\left(\frac{-n_1}{n_0}\right)\left(\frac{n_{t-1}}{n_t}\right) = (-1)^{\frac{1}{4}\mathfrak{S}}.$$

Da nun $n_t = \pm 1$ und also $\left(\frac{n_{t-1}}{n_t}\right) = 1$ ist, so resultirt die Gleichung:

$$(\mathfrak{N}) \quad \left(\frac{-n_1}{n_0}\right) = (-1)^{\frac{1}{4}\mathfrak{S}},$$

durch welche die Bestimmung des LEGENDRE-JACOBI'schen Zeichens auf die Bestimmung des Werthes von $\mathfrak{S} \pmod{8}$ zurückgeführt wird.

Um diesen Werth von \mathfrak{S} zu bestimmen, braucht man nur die Summation auf der rechten Seite der Gleichung (M') auszuführen. Dabei ergibt sich, dass:

$$\mathfrak{S} = n_0 - n_t - \nu_0 + \nu_t + \sum_k (\eta_{k-1} \eta_k - \nu_{k-1} \nu_k) \quad (k=1, 2, \dots, t)$$

wird. Da aber $n_l = \pm 1$ und also gemäss der Definition von η_l, ν_l :

$$\eta_l = \nu_l$$

ist, so kommt:

$$(\mathfrak{N}) \quad \mathfrak{S} = \sum_k (\eta_{k-1} \eta_k - \nu_{k-1} \nu_k) \quad (k=0, 1, 2, \dots, l),$$

wenn in der Summe rechts

$$\eta_{-1} = \nu_{-1} = +1$$

genommen wird.

Setzt man, da $n_k \equiv \eta_k \pmod{4}$ ist, $n_k = 4s_k + \eta_k$, so wird:

$$\eta_{k-1} \eta_k \equiv n_{k-1} n_k + 4(s_{k-1} - s_k) \pmod{8} \quad (k=1, 2, \dots, l);$$

wenn man hier über alle Werthe von k summirt und dann berücksichtigt, dass $s_l = 0$ und $4s_0 = n_0 - \eta_0$ ist, so kommt:

$$n_0 + \sum_k n_{k-1} n_k \equiv n_0 + \sum_k \eta_{k-1} \eta_k \pmod{8} \quad (k=1, 2, \dots, l),$$

oder:

$$\sum_k n_{k-1} n_k \equiv \sum_k \eta_{k-1} \eta_k \pmod{8} \quad (k=0, 1, 2, \dots, l),$$

wenn $n_{-1} = 1$ genommen wird. An Stelle der Gleichung (\mathfrak{N}) kann daher auch die Congruenz:

$$(\mathfrak{O}) \quad \mathfrak{S} \equiv \sum_k (n_{k-1} n_k - \nu_{k-1} \nu_k) \pmod{8} \quad (k=0, 1, 2, \dots, l),$$

zur Bestimmung des Exponenten \mathfrak{S} in der Gleichung (\mathfrak{N}) benutzt werden.

Vermöge der Gleichungen (\mathfrak{U}) ist:

$$\nu_{k-1} n_{k-1} + \nu_{k-1} n_{k+1} = 2 \nu_{k-1} r_k n_k \quad (k=1, 2, \dots, l-1),$$

und der Ausdruck auf der linken Seite dieser Gleichung ist positiv, weil $|n_{k-1}| > |n_{k+1}|$ ist; es muss daher $\nu_{k-1} r_k n_k$ positiv und also:

$$\nu_{k-1} \operatorname{sgn}. n_k \cdot \operatorname{sgn}. r_k = 1, \text{ d. h. } \nu_{k-1} \nu_k = \rho_k \quad (k=1, 2, \dots, l-1)$$

sein. Hiernach kann die Congruenz (\mathfrak{O}) in folgende transformirt werden:

$$(\mathfrak{R}) \quad \mathfrak{S} \equiv n_0 - \nu_0 + \sum_{k=1}^{k=l-1} (n_{k-1} n_k - \rho_k) + n_{l-1} n_l - \nu_{l-1} \nu_l \pmod{8},$$

welche wiederum, da vermöge der Gleichungen (\mathfrak{U}) :

$$n_k (n_{k-1} + n_{k+1}) = 2 r_k n_k^2 \equiv 2 r_k \pmod{16} \quad (k=1, 2, \dots, l-1)$$

und also:

$$2 \sum_k n_{k-1} n_k \equiv n_0 n_1 + n_{l-1} n_l + 2 \sum_k r_k \pmod{16} \quad (k=1, 2, \dots, l-1)$$

ist, in die Congruenz:

$$(\mathfrak{K}) \quad \mathfrak{S} \equiv n_0 - \nu_0 + \frac{1}{2} (n_0 n_1 + n_{l-1} n_l) - \nu_{l-1} \nu_l + \sum_{k=1}^{k=l-1} (r_k - \rho_k) \pmod{8}$$

verwandelt werden kann. Setzt man nunmehr:

$$r_t = n_{t-1} n_t, \quad \rho_t = \text{sgn. } r_t, \quad \text{also } v_{t-1} v_t = \rho_t,$$

so tritt zu den Gleichungen (Q) die Gleichung:

$$n_{t-1} - r_t n_t = 0$$

hinzu, und die Congruenz (R') erhält die Gestalt:

$$(R) \quad \mathfrak{S} \equiv \frac{1}{2} n_0 + \frac{1}{2} r_0 - \rho_0 + \sum_{k=1}^{t-1} (r_k - \rho_k) + \frac{1}{2} r_t - \rho_t \pmod{8},$$

worin r_0, ρ_0 durch die Bedingungen:

$$r_0 n_0 \equiv 1 + n_1 \pmod{16}; \quad \text{sgn. } r_0 = v_0 = \rho_0$$

zu bestimmen sind.

Die hier abgeleiteten, mit (P), (Q), (R) bezeichneten Bestimmungsweisen des Exponenten von -1 in der Gleichung (R) lassen sich in bemerkenswerther Weise interpretiren. Verwandelt man nämlich den Bruch $\frac{-n_1}{n_0}$ in einen Kettenbruch mit den Theilzählern -1 und mit möglichst viel graden Theilnennern, so dass:

$$\frac{-n_1}{n_0} = \frac{-1}{g_1 - \frac{1}{g_2 - \frac{1}{g_3 - \dots - \frac{1}{g_{t-1} - \frac{1}{g_t}}}}}$$

wird, so sind g_1, g_2, \dots, g_{t-1} grade Zahlen und nur der letzte Theilnenner g_t ist nothwendig ungrade. Es ist ferner:

$$(R') \quad n_0 - g_1 n_1 + n_2 = 0, \quad n_1 - g_2 n_2 + n_3 = 0, \dots \\ n_{t-2} - g_{t-1} n_{t-1} + n_t = 0, \quad n_{t-1} - g_t n_t = 0,$$

also:

$$g_1 = 2r_1, \quad g_2 = 2r_2, \dots, \quad g_{t-1} = 2r_{t-1}, \quad g_t = r_t.$$

Fügt man den Gleichungen (R') die Gleichung:

$$(R'') \quad 1 - g_0 n_0 + n_1 = 0$$

hinzu, so ist:

$$g_0 \equiv r_0 \pmod{16}$$

und

$$\frac{-n_k}{n_{k-1}} = \frac{-1}{g_k - 1} \cdot \frac{-1}{g_{k+1} - 1} \cdots \frac{-1}{g_{t-1} - 1} \cdot g_t$$

für alle Werthe: $k = 0, 1, 2, \dots, t$, da auch für $k = 0$:

$$\frac{-n_0}{n_{-1}} = n_0 = \frac{-1}{g_0 - n_1} \cdot n_0$$

wird. Es ist nun:

$$\text{sgn.} \frac{-n_k}{n_{k-1}} = -v_{k-1} v_k \quad (k=0, 1, \dots, t),$$

während $-v_{k-1} v_k$ als der Zeichenwerth von $\frac{-n_k}{n_{k-1}}$ modulo 4 aufzufassen ist, so dass:

$$-v_{k-1} v_k \equiv \frac{-n_k}{n_{k-1}} \pmod{4} \quad (k=0, 1, \dots, t)$$

wird. Gemäss den Gleichungen (R) und (P) ist daher

das LEGENDRE-JACOBI'sche Zeichen $\left(\frac{-n_1}{n_0}\right)$ positiv oder negativ, je nachdem die algebraische Summe der Vorzeichen der $t+1$ Kettenbrüche:

$$\frac{-1}{g_k - 1} \cdot \frac{-1}{g_{k+1} - 1} \cdots \frac{-1}{g_t} \quad (k=0, 1, 2, \dots, t)$$

mit der algebraischen Summe ihrer modulo 4 genommenen Zeichenwerthe nach dem Modul 8 congruent oder incongruent ist;

und es folgt aus den citirten Gleichungen auch, dass die beiden erwähnten algebraischen Summen nach dem Modul 4 stets einander congruent sein müssen.

Die Gleichung (R) verwandelt sich bei Einführung der Zahlen g in:

$$(\bar{R}) \quad \mathfrak{S} \equiv \frac{1}{2} n_0 + \frac{1}{2} \sum_k g_k - \sum_k \text{sgn.} g_k \pmod{8} \quad (k=0, 1, 2, \dots, t),$$

und es ergibt sich daher, dass:

$$\frac{1}{2} n_0 + \sum_k \left(\frac{1}{2} g_k - \text{sgn. } g_k \right) \quad (k=0, 1, 2, \dots, t)$$

stets eine durch 4 theilbare ganze Zahl sein muss, dass aber

$$\left(\frac{-n_1}{n_0} \right) \text{ dann und nur dann positiv ist, wenn die Zahl:}$$

$$\frac{1}{2} n_0 + \sum_k \left(\frac{1}{2} g_k - \text{sgn. } g_k \right) \quad (k=0, 1, 2, \dots, t)$$

nicht bloss durch 4, sondern auch durch 8 theilbar ist.

Endlich lässt sich die Gleichung (P) noch in die Form setzen:

$$(P') \quad \frac{1}{2} \mathfrak{S} = \sum_k \frac{1 - v_{k-1} v_k}{2} - \sum_k \frac{1 - \eta_{k-1} \eta_k}{2} \quad (k=0, 1, 2, \dots, t)$$

oder

$$(P'') \quad \frac{1}{2} \mathfrak{S} = \sum_k \frac{1 + \eta_{k-1} \eta_k}{2} - \sum_k \frac{1 + v_{k-1} v_k}{2} \quad (k=0, 1, 2, \dots, t).$$

Da nun $\frac{1 - v_{k-1} v_k}{2} = 0$ oder 1 und zugleich $\frac{1 + v_{k-1} v_k}{2} = 1$ oder 0 wird, je nachdem bei dem Übergange von n_{k-1} zu n_k eine Zeichenfolge besteht oder ein Zeichenwechsel eintritt, so zeigt sich, dass der Werth des LEGENDRE-JACOBI'schen Zeichens $\left(\frac{-n_1}{n_0} \right)$ durch die Anzahl der Folgen oder der Wechsel in den Zeichen der Reihe:

$$n_{-1}, n_0, n_1, n_2, \dots, n_t \quad (n_{-1}=1)$$

bestimmt werden kann. Ist nämlich:

ϕ die Anzahl der Folgen und ψ die Anzahl der Wechsel in der Reihe der Vorzeichen der Zahlen n , aber ϕ' die Anzahl der Folgen und ψ' die Anzahl der Wechsel in der Reihe der *modulo* 4 genommenen Zeichenwerthe der Zahlen n ,

so folgt aus den Gleichungen (P'), (P'') die Relation:

$$(\overline{P}) \quad \left(\frac{-n_1}{n_0} \right) = (-1)^{\frac{1}{2}(\phi - \phi')} = (-1)^{\frac{1}{2}(\psi - \psi')},$$

durch welche der Werth des LEGENDRE-JACOBI'schen Zeichens $\left(\frac{-n_1}{n_0} \right)$ vollkommen, und zwar in einer offenbar an den STURM'schen Satz erinnernden Weise, bestimmt wird.

Um schliesslich noch ein Beispiel anzuführen, sei $n_0 = 143$, $n_1 = 105$. Alsdann ist die Reihe der Zahlen n :

$$1, 143, 105, 67, 29, -9, 7, -5, 3, -1;$$

die Reihe ihrer Zeichenwerthe *modulo* 4 ist:

$$1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, -1, -1, -1,$$

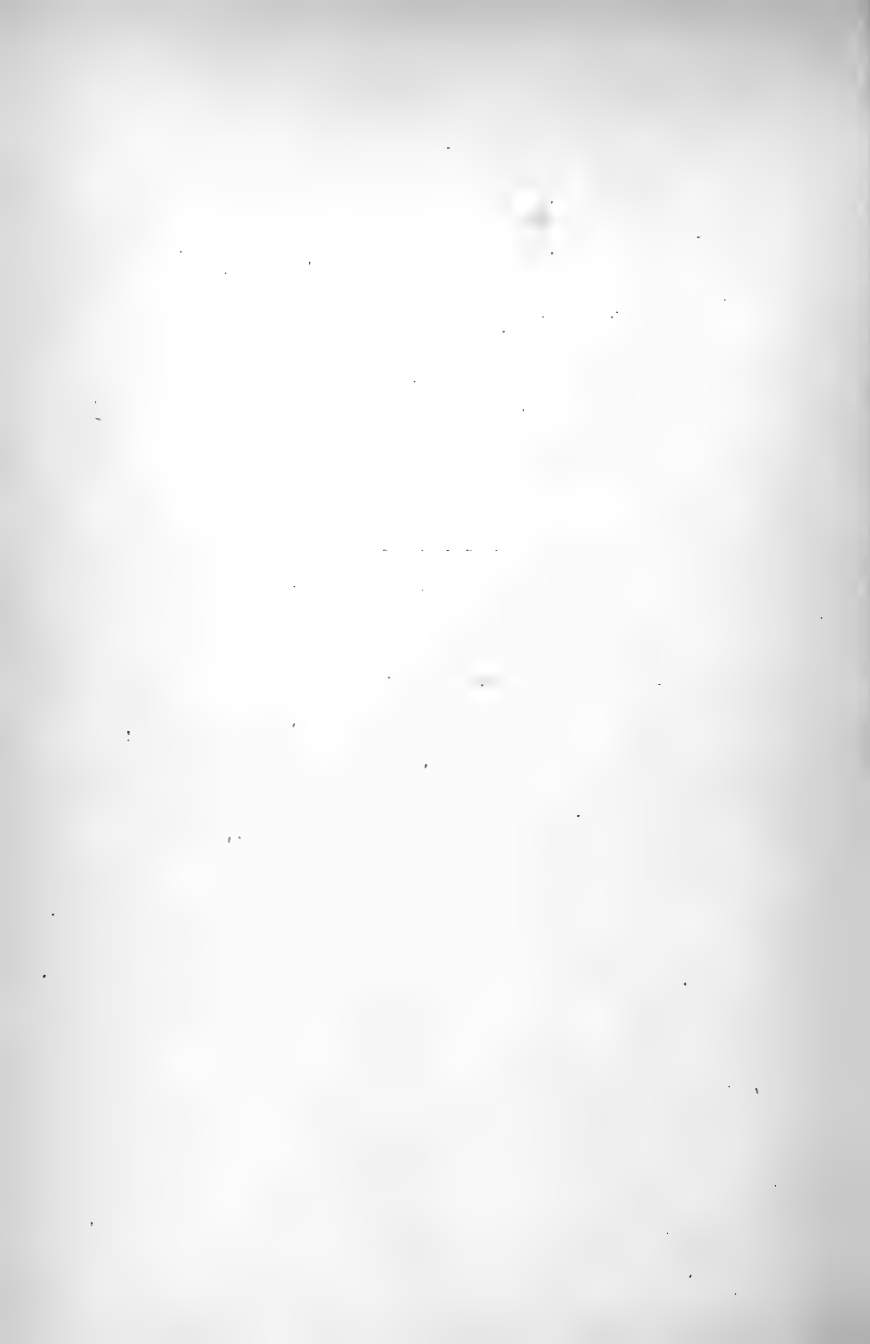
so dass $\phi = \phi' = 4$, $\psi = \psi' = 5$ wird. Ferner ist die Reihe der Zahlen g von g_0 ab:

$$\frac{106}{143}, 2, 2, 2, -4, -2, -2, -2, -3;$$

und da hier $\frac{1}{2}g_0 \equiv -53 \equiv 3 \pmod{8}$, also $\frac{1}{2}\sum g_k \equiv -\frac{1}{2} \pmod{8}$ und $\sum \text{sgn. } g_k = -1$ ist, so wird:

$$\frac{1}{2}n_0 + \sum_k \left(\frac{1}{2}g_k - \text{sgn. } g_k\right) \equiv 0 \pmod{8},$$

und jede der obigen Bestimmungen liefert daher für das LEGENDRE-JACOBI'sche Zeichen $\left(\frac{-105}{143}\right)$ den positiven Werth.



Beweis einer JACOBI'schen Integralformel.

VON L. KRONECKER.

(Vorgelegt am 7. Februar [s. oben S. 75].)

In einer im XV. Bande des CRELLE'schen Journals abgedruckten Abhandlung, welche den Titel führt: »*Formula transformationis integralium definitorum*« entwickelt JACOBI eine Formel, mittels deren die Integrale, welche die Coefficienten FOURIER'scher Reihen darstellen, in andere zur Berechnung geeignetere transformirt werden. Es ist dies die a. a. O. (CRELLE's Journal, Bd. XV. S. 3) mit (7) bezeichnete Formel:

$$\int_0^\pi f(\cos x) \cos nx \, dx = \frac{1}{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n-1)} \int_0^\pi f^{(n)}(\cos x) \sin^{2n} x \, dx,$$

in welcher n irgend eine positive ganze Zahl und $f^{(n)}(z)$ die n^{te} Ableitung der Function $f(z)$ bedeutet.

JACOBI leitet seine Formel zuerst unter der Voraussetzung ab, dass die Function $f(z)$ durch eine nach ganzen positiven Potenzen von z fortschreitende Reihe gegeben sei, und beweist nachher dieselbe Formel allgemein mit Hülfe eines auch »an sich bemerkenswerthen Lemma's«. Als nun vor Kurzem von einem Mitgliede des hiesigen mathematischen Seminars in einer Versammlung, die unter meiner Leitung stattfand, ein Vortrag über die angeführte JACOBI'sche Abhandlung gehalten und dabei auch eine andere Herleitung der JACOBI'schen Formel gegeben wurde, bemerkte ich, dass die allgemeinste und zugleich einfachste Beweismethode durch einen Inductionsschluss erlangt wird.

Da nämlich für die Integrale auf der linken Seite der JACOBI'schen Formel die Gleichung:

$$\int_0^\pi f(\cos x) \cos(n+1)x \, dx + \int_0^\pi f(\cos x) \cos(n-1)x \, dx - 2 \int_0^\pi \cos x f(\cos x) \cos nx \, dx = 0$$

besteht, so braucht offenbar nur gezeigt zu werden, dass auch die drei entsprechenden Ausdrücke auf der rechten Seite der Formel die

entsprechende Gleichung befriedigen. Werden diese drei Ausdrücke sämmtlich mit dem Product: $1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n+1)$ multiplicirt, so erhält man die zu beweisende Gleichung in folgender Gestalt:

$$\int_0^{\pi} f^{(n+1)}(\cos x) \sin^{2n+2} x \, dx + (4n^2 - 1) \int_0^{\pi} f^{(n-1)}(\cos x) \sin^{2n-2} x \, dx \\ - 2(2n+1) \int_0^{\pi} \phi^{(n)}(\cos x) \sin^{2n} x \, dx = 0,$$

wobei zur Abkürzung $\phi(\cos x) = \cos x f(\cos x)$ und also

$$\phi^{(n)}(\cos x) = \cos x f^{(n)}(\cos x) + n f^{(n-1)}(\cos x)$$

gesetzt ist. Das Aggregat der drei Integrale auf der linken Seite ist aber nichts Anderes als $\int_0^{\pi} F'_n(x) \, dx$, wo $F'_n(x)$ die nach x genommene Ableitung von:

$$(2n+1) f^{(n-1)}(\cos x) \sin^{2n-1} x \cos x - f^{(n)}(\cos x) \sin^{2n+1} x$$

bedeutet. Wenn nun $f^{(n)}(z)$ in dem Intervalle von $z = -1$ bis $z = +1$ endlich und stetig bleibt, so bleibt offenbar $F'_n(x)$ in dem Intervalle $x = 0$ bis $x = \pi$ endlich und stetig und verschwindet überdies (wegen des Factors $\sin^{2n-1} x$) an den beiden Grenzen des Intervalls. Es wird also in der That für alle ganzen positiven Zahlen n :

$$\int_0^{\pi} F'_n(x) \, dx = 0,$$

sobald die Function $f(z)$ nebst allen ihren Ableitungen in dem Intervalle von $z = -1$ bis $z = +1$ endlich und stetig bleibt.

Die JACOBI'sche Integralformel ist hiermit in dem ganzen Umfange ihrer Gültigkeit bewiesen, und aus dieser kann hinwiederum das Bestehen eben jener Differentialformel:

$$\frac{d^n \sin^{2n+1} x}{d \cos x^n} = (-1)^n 1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n+1) \frac{\sin(2n+1)x}{n+1}$$

erschlossen werden,¹ auf welche JACOBI den allgemeineren Beweis seiner Integralformel gründet.²

¹ Dieser Nachweis bildete einen Theil des oben erwähnten Seminarvortrages.

² Vergl. LIOUVILLE's Aufsatz: „Sur une formule de M. JACOBI“ (LIOUVILLE's Journal Bd. VI. 1841).

1884.
XXIV.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

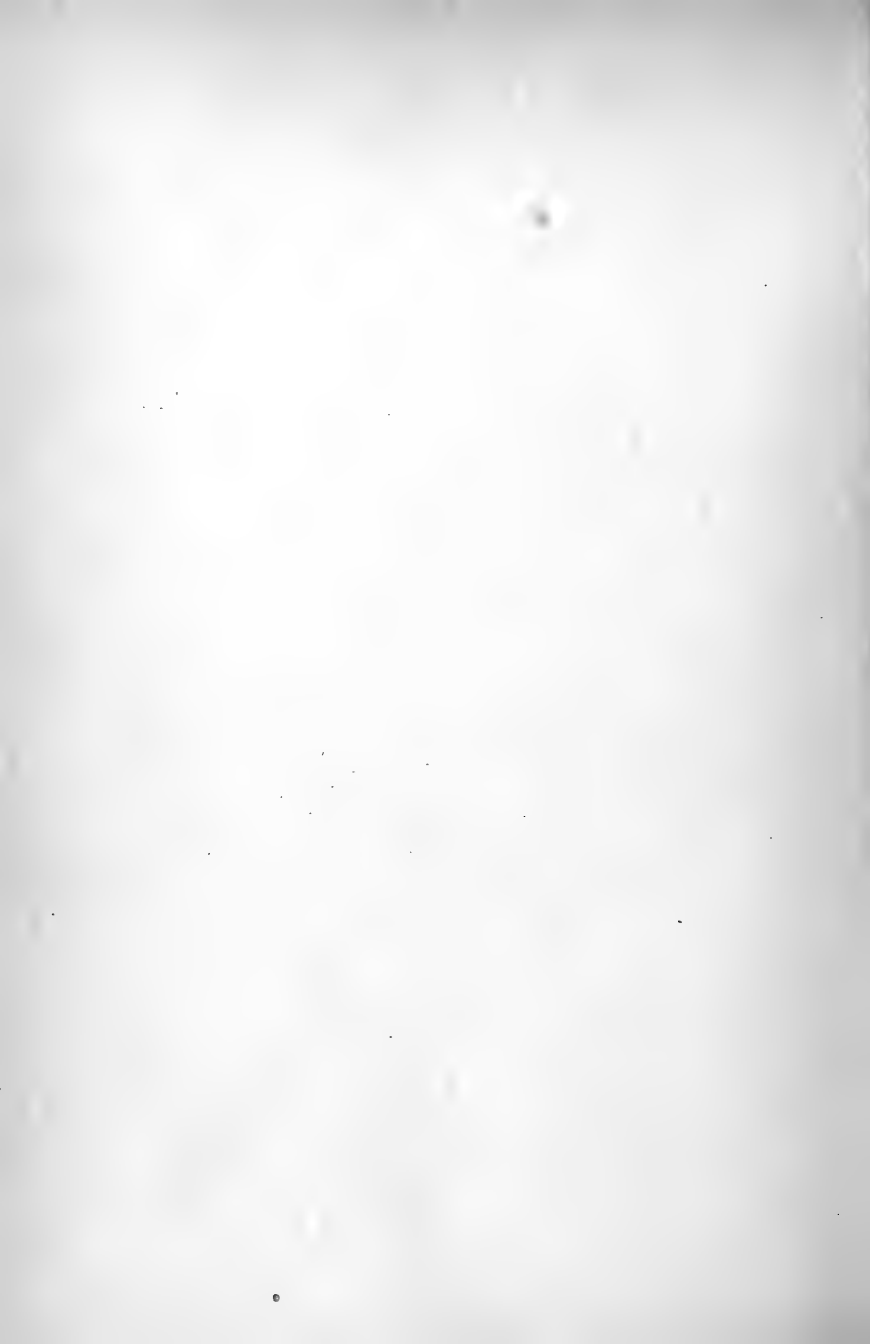
8. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. AUWERS.

1. Hr. VIRCHOW las über alte Schädel aus Assos und Cypern.

2. Hr. KRONECKER theilte den umstehend folgenden Beweis des PUISEUX'schen Satzes mit.

3. Hr. MUNK übergab das Manuscript seiner am 3. April gelesenen Mittheilung, deren Aufnahme in den Sitzungsbericht nummehr beschlossen wurde.



Beweis des PUISEUX'schen Satzes.

Von L. KRONECKER.

In einem Aufsatze¹ »über die Bestimmung des Grades einer durch Elimination hervorgehenden Gleichung« hat Hr. MINDING zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die Entwicklung algebraischer Functionen einer Variablen nach fallenden Potenzen zur Bestimmung des Grades der Endgleichung benutzt werden kann, welche aus zwei algebraischen Gleichungen $f(x, y) = 0$ und $\phi(x, y) = 0$ bei Elimination von y resultirt, und LIOUVILLE hat in einer kurz darauf publicirten grösseren Abhandlung² jene Reihenentwickelungen algebraischer Functionen in ausgedehnterem Maasse für die Theorie der Elimination verwendet, ohne jedoch dabei auf diejenigen Fälle näher einzugehen, in denen die Entwickelungen auch gebrochene Potenzen der Variablen enthalten. Eben dieselben Entwickelungen algebraischer Functionen einer Variablen nach fallenden Potenzen können nun auch zur unmittelbaren Erkenntniss der Richtigkeit jenes fundamentalen Satzes benutzt werden, welchen PUISEUX im Jahre 1851 in seinem Aufsatze³ »Nouvelles recherches sur les fonctions algébriques« aufgestellt hat. Geht man nämlich von der Voraussetzung aus, dass eine Function einer complexen Variablen z , welche mit $f(z)$ bezeichnet werden möge, durchweg eindeutig ist und zugleich einer algebraischen Gleichung:

$$f(z)^n + \phi_1(z)f(z)^{n-1} + \dots + \phi_{n-1}(z)f(z) + \phi_n(z) = 0$$

genügt, in welcher $\phi_1(z), \phi_2(z), \dots \phi_n(z)$ ganze rationale Functionen von z bedeuten, so schliesst man, dass die Entwicklung von $f(z)$ nach fallenden Potenzen von z nicht Glieder mit positiven gebrochenen Exponenten enthalten kann, weil sonst beim einmaligen Umlauf auf einem Kreise mit dem Mittelpunkt $z = 0$ und mit hinreichend grossem Radius der Werth von $f(z)$ eine Änderung erfahren würde. Man schliesst ferner, dass die Entwicklung nur Glieder mit positiven ganzen Exponenten enthalten kann, da — wenn das Aggregat dieser

¹ CRELLE's Journal, Bd. XXII (1841) S. 178 und LIOUVILLE's Journal Bd. VI (1841), S. 412.

² LIOUVILLE's Journal, Bd. VI (1841), S. 345.

³ LIOUVILLE's Journal, Bd. XVI (1851), S. 229.

Glieder mit $f_0(z)$ bezeichnet wird -- die Differenz $f(z) - f_0(z)$ für unendlich grosse Werthe von z verschwindet und überdies, wie nachher näher ausgeführt werden soll, sich durch das CAUCHY'sche Integral, erstreckt über die Peripherie eines Kreises mit beliebig grossem Radius, darstellen lässt, also durchweg gleich Null sein muss.

Die allgemeine Entwickelbarkeit algebraischer Functionen, welche der vorstehenden Deduction zu Grunde liegt, ist wohl nicht in ganz einfacher und zugleich vollständiger Weise darzulegen. In den meisten Lehrbüchern fehlt die Theorie dieser Entwicklungen überhaupt; ich finde sie nur in einem älteren Werke, dem grossen LACROIX'schen »*Traité du calcul différentiel et du calcul intégral*«, auf welches auch in dem MINDÉ'schen Aufsätze verwiesen wird, und in dem neueren C. JORDAN'schen Lehrbuche »*Cours d'analyse de l'école polytechnique*« behandelt, aber mir scheinen die bezüglichen Auseinandersetzungen nicht ganz erschöpfend zu sein. So viel ich sehe, wird in den beiden citirten Werken nur gezeigt, wie unter der Voraussetzung der Entwickelbarkeit die einzelnen Exponenten und Coefficienten der verschiedenen Glieder der Entwicklung bestimmt werden können. Doch ist weder nachgewiesen, dass jede aus diesen Bestimmungen hervorgehende Entwicklung wirklich die vorgelegte algebraische Gleichung befriedigt, noch dass für jede der verschiedenen Wurzeln der Gleichung eine solche Entwicklung erlangt wird. Der erstere Nachweis müsste offenbar den der Convergenz der Reihenentwicklung mit enthalten, der letztere müsste entweder auf eine Reduction des Grades der vorgelegten Gleichung mit Hülfe einer der gefundenen Reihenentwicklungen gestützt werden, oder es müsste dabei die Voraussetzung hinzugenommen werden, dass die vorgelegte Gleichung lauter verschiedene Wurzeln habe, und keine Discussion solcher Art findet sich in den angeführten Werken bei Behandlung der bezeichneten Frage. Dass Hr. WEIERSTRASS schon vor langer Zeit die Theorie der Reihenentwicklungen algebraischer Functionen vollständig erledigt und in seinen Universitätsvorlesungen mehrmals vorgetragen hat, weiss ich aus seinen persönlichen Mittheilungen, und dieselbe Theorie lässt sich auch in voller Allgemeinheit, wie ich schon in der Einleitung zu meiner Abhandlung »über die Discriminante algebraischer Functionen einer Variabeln« erwähnt habe,¹ mit den a. a. O. auseinandergesetzten Methoden behandeln.

Wenn hiernach die allgemeine und vollständige Theorie der Entwicklung algebraischer Functionen in Potenzreihen eben nur auf eingehendere Untersuchungen gegründet werden kann, so erscheint es

¹ Journal für Mathematik Bd. 91. (1881), S. 305.

von Interesse, dass die obige Deduction des PUISEUX'schen Satzes mittels einer einfachen Transformation der unabhängigen Veränderlichen von der Voraussetzung der allgemeinen Entwickelbarkeit algebraischer Functionen befreit werden kann. Um dies zu zeigen, möge nunmehr vorausgesetzt werden, dass eine eindeutige Function $f(z)$ einer Gleichung:

$$\phi_0(z)f(z)^n + \phi_1(z)f(z)^{n-1} + \dots + \phi_{n-1}(z)f(z) + \phi_n(z) = 0$$

genügt, deren Coefficienten $\phi(z)$ ganze rationale Functionen von z sind, und deren Discriminante $\Delta(z)$ von Null verschieden ist. Es ist nachzuweisen, dass hieraus erschlossen werden kann, $f(z)$ müsse eine rationale Function von z sein. Ist nun z_0 irgend ein Werth von z , wofür weder $\phi_0(z)$ noch die Discriminante $\Delta(z)$ verschwindet, so ergibt die TAYLOR'sche Entwickelung für jede der n Wurzeln jener Gleichung n^{ten} Grades, also auch für $f(z)$, eine nach ganzen, steigenden Potenzen von $(z - z_0)$ fortschreitende Reihe. Setzt man:

$$z = z_0 + \frac{1}{x}, \quad f\left(z_0 + \frac{1}{x}\right) = g(x),$$

so ist $g(x)$ nach ganzen fallenden Potenzen von x entwickelbar und genügt zugleich einer Gleichung n^{ten} Grades:

$$\psi_0(x)g(x)^n + \psi_1(x)g(x)^{n-1} + \dots + \psi_{n-1}(x)g(x) + \psi_n(x) = 0,$$

deren Coefficienten $\psi(x)$ ganze rationale Functionen von x sind. Es ist daher, wenn man mit $\gamma(x)$ denjenigen Theil der Entwickelung von $\psi_0(x)g(x)$, welcher die nicht negativen Potenzen von x enthält, und mit $\rho(x)$ die Differenz $\psi_0(x)g(x) - \gamma(x)$ bezeichnet, offenbar $\rho(x)$ eine eindeutige Function von x , welche für $x = \infty$ verschwindet und zugleich einer Gleichung:

$$\rho(x)^n + \chi_1(x)\rho(x)^{n-1} + \dots + \chi_{n-1}(x)\rho(x) + \chi_n(x) = 0$$

genügt, in welcher die Coefficienten $\chi(x)$ ganze rationale Functionen von x sind. Hiernach ist:

$$\rho(x) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\xi}^{\xi} \frac{\rho(\xi)}{\xi - x} d\xi,$$

wenn die Integration über irgend eine den Punkt (x) umschliessende Curve erstreckt wird; denn daraus, dass $\rho(x)$ jener Gleichung n^{ten} Grades genügt, folgt, dass $\rho(x)$ für endliche Werthe von x endlich und im Allgemeinen, d. h. höchstens mit Ausnahme derjenigen Werthe von x , wofür die Discriminante der Gleichung verschwindet, auch stetig sein muss. Nimmt man nun für jene Integrations-Curve einen Kreis mit unendlich grossem Radius, so wird $\rho(\xi) = 0$, und es ergibt sich daher, dass $\rho(x)$ für alle Werthe von x gleich Null, also $\psi_0(x)g(x) = \gamma(x)$ und folglich $f(z)$ eine rationale Function von z sein muss.

Bei der hier dargelegten Beweismethode kann man natürlich auch die Transformation der Variabeln z in die Variable x vermeiden; man gelangt alsdann zu einer vereinfachten Darstellung des von PUISEUX selbst a. a. O. gegebenen Beweises. Nach den obigen Bestimmungen ist nämlich, wenn

$$\phi_0(z)y^n + \phi_1(z)y^{n-1} + \dots + \phi_{n-1}(z)y + \phi_n(z) = \Phi(y, z)$$

gesetzt und der Grad von $\Phi(y, z)$ in Beziehung auf z mit m bezeichnet wird:

$$\psi_0(x) = (z - z_0)^{-m} \phi_0(z) \text{ und also: } \psi_0(x)g(x) = (z - z_0)^{-m} \phi_0(z)f(z).$$

Bedeutet nun y_k irgend einen der n Werthe von y , wofür $\Phi(y, z) = 0$ wird, und $\Theta_k(z)$ denjenigen Theil der Entwicklung von $\phi_0(z)y_k$ nach steigenden Potenzen von $(z - z_0)$, welcher nur niedrigere als $(m + 1)^{\text{te}}$ Potenzen enthält, so ist für einen Werth des Index k :

$$(\phi_0(z)y_k - \Theta_k(z))(z - z_0)^{-m} = \rho(x).$$

Für den Beweis des PUISEUX'schen Satzes ist also nur erforderlich zu zeigen, dass der Ausdruck auf der linken Seite, wenn er eine eindeutige Function von z darstellen soll, nothwendig gleich Null sein muss. Dies erhellt aber in der That, wenn man diesen Ausdruck durch ein CARCHY'sches Integral darstellt. Setzt man nämlich zur Abkürzung:

$$\phi_0(z)y_k - \Theta_k(z) = F_k(z),$$

so bleibt $(z - z_0)^{-m-1} F_k(z)$, für jeden Index k , bei endlichen Werthen von z , auch wenn z dem Werthe z_0 beliebig nahe genommen wird, innerhalb endlicher Grenzen, ist durchweg — höchstens mit Ausnahme der unmittelbaren Umgebung des Werthes $z = z_0$ und aller derjenigen Werthe, wofür die Discriminante von $\Phi(y, z)$ verschwindet — stetig, und nähert sich, wenn z unendlich grosse Werthe annimmt, der Grenze Null. Wenn daher für einen Werth des Index k die Function $F_k(z)$ eindeutig ist, so muss sie gleich:

$$\frac{(z - z_0)^{m+1}}{2\pi i} \int \frac{(\zeta - z_0)^{-m-1} F_k(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta$$

sein, wo die Integration über einen Kreis mit unendlich grossem Radius erstreckt werden kann. Da aber der Werth von $(\zeta - z_0)^{-m-1} F_k(\zeta)$ auf einem Kreise mit wachsendem Radius sich durchweg der Null nähert, so muss $F_k(z) = 0$ und also y_k mit der rationalen Function $\frac{\Theta_k(z)}{\phi_0(z)}$ identisch sein.

Bedeutet $f(z)$, wie oben, die als eindeutige Function von z vorausgesetzte Wurzel y_k , so ist $f(z) = \frac{\Theta_k(z)}{\phi_0(z)}$. Wird hierin für den

mit $\Theta_k(z)$ bezeichneten Theil der Entwicklung von $\phi_0(z)f(z)$ nach Potenzen von $(z - z_0)$ dasjenige Integral substituirt, welches aus der Darstellung von $\phi_0(z)f(z)$ durch das CAUCHY'sche Integral resultirt, so kommt:

$$f(z) = \frac{-1}{2\pi i \phi_0(z)} \int \frac{\phi_0(\zeta)f(\zeta)}{z - \zeta} \left(1 - \left(\frac{z - z_0}{\zeta - z_0} \right)^{m+1} \right) d\zeta,$$

wo die Integration über einen unendlich grossen Kreis zu erstrecken ist. Hier erscheint nun der von PUISEUX selbst gegebene Beweis seines Satzes in einer einzigen Formel zusammengefasst; denn der Ausdruck auf der rechten Seite ist offenbar eine rationale Function von z , und die Richtigkeit der Formel basirt einerseits auf der Voraussetzung der Eindeutigkeit von $f(z)$ als einer Vorbedingung der Darstellung durch das CAUCHY'sche Integral, andererseits auf der Voraussetzung, dass $f(z)$ zugleich einer algebraischen Gleichung genügt, deren Coefficienten ganze rationale Functionen von z sind. Aus der letzteren Voraussetzung folgt nämlich erstens, dass $f(z)$, multiplicirt mit dem Coefficienten der höchsten Potenz, der oben mit $\phi_0(z)$ bezeichnet worden ist, durchweg endlich und, abgesehen von der Umgebung einzelner Punkte, stetig, also durch das über einen unendlich grossen Kreis zu erstreckende Integral:

$$\frac{-1}{2\pi i} \int \frac{\phi_0(\zeta)f(\zeta)}{z - \zeta} d\zeta$$

darstellbar ist, und es folgt daraus zweitens, dass das über einen unendlich grossen Kreis ausgedehnte Integral:

$$\int \frac{\phi_0(\zeta)f(\zeta)}{z - \zeta} (\zeta - z_0)^{-m-1} d\zeta$$

verschwindet, wenn die ganze Zahl m durch den Grad der ganzen rationalen Coefficienten der Gleichung, welcher $f(z)$ genügt, nicht übertroffen wird.

Der hier unter verschiedenen Formen dargestellte Beweis des PUISEUX'schen Satzes stützt sich nur auf die zwei Elemente, welche durch den Ausspruch des Satzes selbst als wesentliche bezeichnet sind, nämlich auf die Möglichkeit der Isolirung einer der durch die vorgelegte Gleichung definirten Functionen und auf die Möglichkeit der Charakterisirung ihrer Eindeutigkeit. Die Isolirung geschieht durch die Entwicklung in eine TAYLOR'sche Reihe, aber nur bis zu einem von vornherein durch den Grad der Gleichungscoefficienten zu bestimmenden Gliede, die Charakterisirung der Eindeutigkeit geschieht dadurch, dass die Function als CAUCHY'sches Integral dargestellt wird. Dabei erfüllt der Beweis jene strengeren Forderungen, welche ich im Anfange des §. 4 meiner Festschrift zu Hrn. KUMMER's Doctorjubiläum angedeutet habe; denn es wird in dem Beweise eine Methode angegeben,

mittels deren die rationale Function von z gefunden werden kann, welche nach dem Ausspruche des PUISEUX'schen Satzes einer algebraischen Gleichung $\Phi(y, z) = 0$ genügen muss, wenn eine ihrer Wurzeln y eine eindeutige Function von z ist. Man braucht nämlich nur aus den Coefficienten der Gleichung $\Phi(y, z) = 0$ die n ganzen Functionen m^{ten} Grades zu bilden, welche oben mit:

$$\Theta_k(z) \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

bezeichnet sind, und zu versuchen, welcher der n Werthe:

$$y = \frac{\Theta_k(z)}{\phi_0(z)} \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

der Gleichung $\Phi(y, z) = 0$ genügt, da einer dieser Werthe eben genügen muss, wenn diese Gleichung überhaupt eine in z rationale Wurzel hat.

Diese Betrachtung kann auch zur Ermittlung der Factoren einer ganzen Function mehrerer Variabeln benutzt werden und führt also zu einer anderen Erledigung des im oben citirten §. 4 meiner Festschrift behandelten Gegenstandes. Denn man kann offenbar in derselben Weise, wenn eine Gleichung:

$$\phi_0 y^n + \phi_1 y^{n-1} + \dots + \phi_{n-1} y + \phi_n = 0$$

gegeben ist, in welcher $\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_n$ ganze Functionen der Variabeln z', z'', z''', \dots sind — durch Entwicklung von y nach ganzen steigenden Potenzen von

$$z' - z'_0, z'' - z''_0, z''' - z'''_0, \dots$$

bis zu einer von vornherein zu bestimmenden Dimension — alle rationalen Functionen der Grössen z', z'', z''', \dots aufstellen, welche überhaupt Wurzeln jener Gleichung sein können. Die Werthe $z'_0, z''_0, z'''_0, \dots$ brauchen hierbei nur so bestimmt zu sein, dass dafür die Discriminante der Gleichung in y nicht verschwindet. Die allgemeinere Frage, ob eine ganze Function $F(z', z'', z''', \dots)$ einen Factor hat, welcher in Beziehung auf z von einem bestimmten Grade m ist, lässt sich aber unmittelbar auf die Frage zurückführen, ob die Gleichung deren verschiedene Wurzeln die symmetrischen Functionen von je m der Wurzeln von $F(z) = 0$ sind, durch eine rationale Function von z', z'', z''', \dots befriedigt wird. Ich bemerke schliesslich, dass ich diese Methode zur Untersuchung der Irreductibilität ganzer Functionen schon in meinen im Winter 1872/73 gehaltenen Universitätsvorlesungen ausführlich entwickelt habe.

Über die centralen Organe für das Sehen und das Hören bei den Wirbelthieren.

VON HERMANN MUNK.

Fortsetzung der Mittheilung vom 12. Juli 1883¹.

(Vorgetragen am 3. April [s. oben S. 325].)

5. Untersuchung des Sehens der niederen Säugethiere.

Meine Aufgabe bezüglich des Sehens der Wirbelthiere könnte gelöst scheinen; denn dass die niederen Säugethiere zu den Vögeln und den höheren Säugethiere in Gegensatz treten und mit den Fröschen und den Fischen übereinstimmen, dürfte man nicht glauben wollen. Allein nur die ältesten Forscher haben die niederen Säugethiere, des Grosshirns beraubt, blind gefunden, alle späteren haben dieselben nach anscheinend genauerer Untersuchung für sehend erklärt, so dass an der Sicherheit der neueren Erkenntniss gar kein Zweifel bestand²; und noch in jüngster Zeit, nachdem ich schon für den Hund ein anderes Verhalten dargethan und schliesslich auch mit der Totalexstirpation der Sehsphären erwiesen hatte, sind wiederum neue Beobachter³ für das Sehen des grosshirnlosen Kaninchens eingetreten. Entweder also fallen doch die niederen Säugethiere hier wunderbar aus der Reihe, oder die Forschung ist in seltsamer Weise lange irregeführt worden: und zwischen diesen Möglichkeiten zu entscheiden, ist eine eigene Prüfung der niederen Säugethiere nicht zu umgehen.

Ich habe die Prüfung auf alle die Thiere ausgedehnt, an welchen man die Versuche angestellt hatte: das Kaninchen, das Meerschweinchen und die Ratte. Die Intelligenz dieser Thiere ist so gering, dass Sinnesstörungen, welche nicht beträchtlich sind, sich der Constatirung entziehen und von beträchtlichen Sinnesstörungen, wenn nicht der Sinn ganz verloren ist, genauere Bestimmungen ihres Umfanges nicht zu

¹ Diese Berichte, 1883. S. 793—827. In den folgenden Citaten ist die Mittheilung mit I bezeichnet.

² S. oben I. S. 795—8.

³ ARTHUR CHRISTIANI. Diese Berichte, 1881. S. 224. — Deutsche medicinische Wochenschrift, 7. Jahrg. 1881, No. 21. S. 302.

gewinnen sind. Deshalb hatte ich für das Studium der Grosshirnrinde von vorneherein auf die Verwendung dieser Thiere verzichten müssen, und deshalb war bei ihnen an Versuchsreihen über die Sehsphären, wie ich sie beim Hunde durchgeführt hatte, nicht zu denken. Wiederum also musste ich zur Exstirpation des Grosshirns mich entschliessen und damit zur engsten Begrenzung der Untersuchung mich verstehen.

Auch hier haben meine Vorgänger mit Ausnahme von Hrn. RENZI Angaben über die Technik des Versuches unterlassen. Doch so selbstverständlich, wie man danach glauben sollte, ist das Verfahren nicht. Man mag das Grosshirn blosslegen wie man will, bei der Abtragung desselben muss man bestimmten Normen folgen. Gerade was Hr. RENZI¹ vorgiebt, dass man das Grosshirn stückweise entferne, erst ein vorderes Stück, dann die seitlichen Stücke, darauf das hintere obere Stück u. s. w., das ist durchaus zu vermeiden, weil gar zu häufig tiefgelegene Grosshirnpartien der Exstirpation entgehen und auch die niederen Hirntheile leicht verletzt werden. Man legt am besten zwei dünne und schmale Holzstäbchen² ganz flach an das hintere Ende der rechten Hemisphäre an und rollt durch sanften Zug dieses Ende ein wenig nach vorn auf; dann führt man das eine Holzstäbchen durch die vordere Hirnspalte an die untere Fläche der Hemisphäre, mit dem anderen Holzstäbchen geht man, dem hinteren äusseren Hemisphärenrande folgend und immer hart an den Knochen sich haltend, bis zur Schädelbasis in die Tiefe; endlich bewegt man beide Stäbchen zugleich nach vorn und oben und klappt dadurch die Hemisphäre bis zum Balkenknie nach vorn um. Verfährt man danach ebenso mit der linken Hemisphäre, so hat man beide Hemisphären mitsammt Balken und Fornix als ein unversehrtes Ganzes umgeschlagen, das unterste zu oberst, vor sich. Nur auf diesem Wege, der allerdings zu nahe liegt, als dass man ihn nicht schon öfters eingeschlagen haben sollte, gelingt es, die hinter dem Balkenknie gelegenen Hemisphärentheile sicher vollkommen und ohne Verletzung der Thalami optici oder Corpora quadrigemina herauszuschaffen. Zum Schlusse trennt man mit dem Messer die Grosshirnhemisphären vom übrigen Hirne ab, dicht vor den Thalami optici oder ein wenig weiter nach vorn — darauf kommt es für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung nicht besonders an. Ich habe in der Regel unmittelbar vor den sichtbaren vorderen Rändern der Thalami optici einen Frontalschnitt etwas schief nach vorn und unten bis zur Schädelbasis geführt, so dass das Messer auf das hintere Ende der vorderen Schädelgrube stiess. Soweit es sich

¹ Ann. universali di Med. Vol. 189. 1864. p. 112.

² S. oben I. S. 808.

übersehen lässt, war auch bei allen meinen Vorgängern die Entfernung der Corpora striata in die Exstirpation des Grosshirns eingeschlossen.

Man verwendet zu den Versuchen vortheilhaft ältere und kräftige Thiere, welche in den letzten Tagen bloss trockenes Futter erhalten haben. Hat man dann bei der Eröffnung des Schädeldaches etwaige Blutungen aus den Knochenrändern sofort durch Andrücken von Schwämmchen gestillt, die Sinus transversi und vollends den Confluent sinus sorgsam gesichert, die Durazipfel mit dem Sinus longitudinalis anterior tordirt nach vorn und nach hinten zurückgeschlagen, endlich die Exstirpation selbst, falls das Thier narkotisirt war, erst dann unternommen, als die Narkose vorüber war, so ist der mit der Operation verbundene Blutverlust nur unbedeutend, manchmal sogar kleiner als beim entsprechenden Versuche an der Taube: und war, was sich unbedingt empfiehlt, dem Kopfe für die Operation eine möglichst verticale Stellung gegeben, die Schnauze nach unten, das Hinterhaupt nach oben, so zeigt sich schliesslich die Schädelbasis in der Regel frei von Blut, und nur in der Lücke vor den Thalami optici, wo nach der Ausführung des Frontalschnittes das Grosshirn mit dem Scalpellstiele herausgehoben worden ist, sammelt sich etwas Blut an, das bald gerinnt. Es bleiben noch einige Nähte anzulegen, um die freiliegenden Hirntheile vor Vertrocknung zu schützen, und die Operation ist glücklich durchgeführt. Aber damit ist der gute Verlauf des Versuches noch nicht gesichert. Wie man auch die Thiere in der Folge halten mag, ob in Tücher eingeschlagen oder frei im Zimmer oder im engen Käfig, recht häufig treten Nachblutungen ein, bald früher bald später, meist in den ersten Stunden. Diese Blutungen verdunkeln unter allen Umständen die Folgen der Exstirpation und beschleunigen auch, wenn sie nicht ganz unbedeutend sind, den Tod der Thiere; einigermassen erhebliche Blutungen führen sehr rasch den Tod herbei. Nur in 20 — 30 Procent der glücklich operirten Fälle blieben die Nachblutungen aus: bei diesen ganz gelungenen Versuchen blieben die Kaninchen bis circa 50 Stunden, die Meerschweinchen und die Ratten bis circa 90 Stunden nach der Operation am Leben.

So lange Zeit die Thiere zu beobachten, haben meine Vorgänger kaum je Gelegenheit gehabt. Allerdings findet man nur selten die Beobachtungsdauer angemerkt: die Thiere hatten dann immer kurze Zeit, die Kaninchen einige Stunden, die Meerschweinchen längstens 24 Stunden¹ den Eingriff überlebt. Aber gerade weil in der seit FLORENZ geübten künstlichen Fütterung der enthirnten Vögel so deutlich die volle Erkenntniss des Werthes sich ausspricht, welcher einer

¹ Ich habe RENZI's viertes Meerschweinchen (l. c. p. 133, Esp. 23), dessen Grosshirn ganz entfernt war, im Auge. Die drei anderen Meerschweinchen (p. 113—9,

möglichst langen Beobachtung der Versuchsthiere zukommt, wird man nicht fehlgehen, wenn man aus dem Schweigen der übrigen Forscher auf einen gleich frühen Tod ihrer enthirnten Säugethiere schliesst. Hr. SCHIEFF, der unzweifelhaft hier die reichsten Erfahrungen hat, sagt auch¹, dass die Säugethiere »gewöhnlich nach einigen Stunden sterben«, indem gerade nach bestgelungener Operation durch die heftigen Bewegungen der Thiere neue Blutungen herbeigeführt werden; und wenn er hinzusetzt: »so lange man die operirten Säugethiere gehörig überwacht, kann man sie am Leben erhalten«, so kann damit, bei der Eigenart der gestellten Anforderung, doch eben nur eine mässige Verlängerung der Lebensdauer gemeint sein. Nur Hr. CYOX² hat Kaninchen ohne Grosshirnklappen zwei Tage leben sehen, wie er gelegentlich bemerkt, ohne weitere Beobachtungen an diesen Thieren mitzutheilen.

Aber zwei Tage sind auch bei den enthirnten Kaninchen, vier Tage bei den enthirnten Meerschweinchen und Ratten die äusserste Lebensdauer. Obwohl die Thiere nicht Nahrung zu sich nehmen, sterben sie doch nicht den Hungertod. Dafür erliegen die Thiere viel zu früh³ und mit einer zu geringen Abnahme des Körpergewichtes (7—20 Procent); auch wird der Magen nach dem Tode nicht leer und zusammengezogen, sondern mit einem reichlichen und bei den Kaninchen manchmal sogar noch ziemlich festen Inhalte angetroffen. Sondern die Todesursache ist offenbar im wesentlichen durch die Veränderungen der zurückgebliebenen Hirnthteile gegeben, welche regelmässig bei den ganz gelungenen Versuchen die Section aufdeckt, durch die Entzündungen und Erweichungen, welche von der Schnittfläche und von der freien Oberfläche aus sich verbreitet haben. Höchstens eine Beschleunigung des Todes durch den geringen Blutverlust und

Esp. 19—21) können hier überhaupt nicht in Betracht kommen, weil das Grosshirn nur unvollkommen extirpirt war, wie aus der Lebensdauer von 8 bzw. 7 Tagen und dem Sectionsbefunde und dazu noch besonders aus RENZI's Bemerkungen p. 134 hervorgeht. Nur mag angeführt sein, dass diese Thiere, bei welchen nach RENZI ein Theil der »Hinterlappen« und eine dünne Schicht Nervensubstanz über den Thalami optici und den Corpora quadrigemina stehengeblieben war, nach einigen Tagen einen Rest des Gesichtssinnes erkennen liessen, indem sie Hindernissen auswichen.

¹ Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I. Lahr 1858—59. S. 332.

² Methodik der physiologischen Experimente. Giessen 1876. S. 508.

³ Die oft wiederkehrende Angabe, der Inanitionstod trete bei Ratten und Mäusen schon am zweiten oder dritten Tage ein, ist falsch. Sie hat endlich neuerdings durch Vorr dahin Berichtigung gefunden, dass »Ratten nach 7—8 Tagen dem Hunger erliegen« (Sitzungsber. der mathem.-phys. Classe der Münchener Akademie der Wiss. Bd. 13, 1883. S. 403). Bei Versuchen, welche ich selber anstellte, bevor ich diese Bemerkung Vorr's kannte, sind die Ratten im Laufe des neunten und zehnten Tages gestorben. (Eine Ratte von 138 g lebte 9½ Tage und verlor 38 Procent, eine andere von 132 g lebte über acht Tage und verlor 34 Procent des Körpergewichtes; eine dritte Ratte, welche fast neun Tage lebte, wog nach dem Tode 139 g.)

durch die Inanition könnte man annehmen wollen, und selbst dieser liesse sich durch künstliche Fütterung nicht entgegenreten; denn der ansehnliche Inhalt des Magens, den man stets findet, und die alkalische Reaction, welche Inhalt und Wandung des Magens meist darbieten, lassen keinen Zweifel, dass die Verdauung infolge des Eingriffes zum Stillstande kommt.¹

Das Verhalten der enthirnten Thiere will, ehe wir an unsere eigentliche Aufgabe herantreten, erst gewissermaassen im groben gewürdigt sein. Man übersieht es am besten, wenn man von den längstlebigen Thieren ausgeht.

Zunächst nach der Operation bleibt das Thier, bei normaler ruhiger Athmung, in jeder beliebigen Lage, die man ihm ertheilt hat, wofern nur der Körper ausreichend unterstützt ist, unverändert und unbewegt liegen. Dieses Erschöpfungsstadium, wie ich es nennen will, dauert ungefähr eine halbe Stunde, längstens etwa eine Stunde an und findet seinen Abschluss, indem das Thier plötzlich oder auch, wenn es auf der Seite lag, nach einigen Strampelbewegungen die hockende Stellung annimmt, welche es sonst immer bei langem Sitzen oder beim Schlafen hatte. In der Stellung verharret dann das Thier während des zweiten Stadiums, des Ruhestadiums, durch Stunden und führt nur hin und wieder, im ganzen sehr selten, einzelne Bewegungen aus. Es hebt oder schüttelt einmal den Kopf, es wendet ihm einmal nach rechts oder nach links, es dreht ihn gegen die Brust oder die Flanke, als ob es dort etwas suchte; es blinzelt mit dem einen oder dem anderen Auge; es dreht ein Ohr oder beide Ohren hin und her; es macht Lippen- und Kieferbewegungen; es verstellt das eine oder das andere Bein; es hebt ein Vorderbein und führt es gleichsam wischend das Gesicht entlang; es hebt ein Hinterbein und bringt es wie zum Kratzen an den Bauch; es putzt die Schnauze mit den Vorderfüssen. Hin und wieder kommt es auch einmal vor, dass das Thier sich etwas zeigerartig dreht oder wenige Schritte vorwärts macht, geradeaus oder im Bogen rechts- oder linksum. Die normale ruhige Athmung besteht dabei zuerst unverändert fort, aber später schieben sich vereinzelt rasche active Expirationen ein,

¹ FERRIER ist es auch einzig und allein, der hier nach »eigenen Experimenten« von Erfolgen künstlicher Fütterung zu berichten hat: »Bleibt das Kaninchen sich selbst überlassen..., so verharret es unbeweglich an derselben Stelle und geht.. an Hunger zu Grunde; wird es aber künstlich gefüttert, so kann das Thier einige Tage am Leben erhalten bleiben.« (The functions of the brain. London 1876. p. 39 — hier heisst es sogar: »the animal may live an indefinite period« —. Übersetzt von OBERSTEINER. Braunschweig 1879. S. 44.) Ein interessanter neuer Beleg für das Vertrauen, welches FERRIER'S Versuche und Angaben verdienen! (Hinsichts der Unbeweglichkeit vergl. noch die Folge oben im Text.)

mit anfangs langen, dann kürzeren Zwischenzeiten, in der Regel begleitet von einer Art Niesegeräusch, nur äusserst selten statt dessen von einem kurzen hohen Tone. Mit der Zeit werden diese Expirationen immer heftiger, und dann verbindet sich mit ihnen, am frühesten beim Meerschweinchen, ein Zusammenfahren oder eine Vorwärtsschiebung des ganzen Thieres, bis es endlich zu den Laufbewegungen kommt, welche das dritte Stadium charakterisiren. Jetzt läuft das Thier, nicht unausgesetzt, sondern mit Pausen, während welcher es ruhig dasteht, manchmal geradeaus, meist in Kreisen oder Spiralen. Anfangs ist die Ruhezeit ansehnlich länger als die Laufzeit: grössere Pausen trennen Laufperioden, innerhalb welcher die einzelnen Laufbewegungen mit kürzeren Pausen aufeinander folgen: jede Laufbewegung beschränkt sich auf wenige Schritte und erfolgt mit geringer Geschwindigkeit.¹ Aber allmählich nimmt die Laufzeit immer mehr zu, die Ruhezeit immer mehr ab; alle Pausen werden kürzer, die Dauer jeder Laufbewegung und die Geschwindigkeit wachsen. Endlich sind Laufperioden nicht mehr zu erkennen, und längere rasche Laufbewegungen schliessen sich mit nur kurzen Pausen an einander an. Damit ist der Höhepunkt des Laufens erreicht, und wie dieses soweit wuchs, so nimmt es fortan wieder ab. Die Dauer und die Geschwindigkeit der Laufbewegungen werden kleiner, die Pausen grösser, und nach einiger Zeit schieben sich auch vereinzelte besonders grosse Pausen ein, so dass wieder Laufperioden zu unterscheiden sind. Die Pausen vergrössern sich nunmehr rasch, rascher als sie früher sich verkleinert hatten. Plötzlich einmal, zum Schlusse einer Laufperiode, fällt das Thier auf die Seite und bleibt mit ausgestreckten Extremitäten liegen; doch nach einiger Zeit richtet es sich wieder auf, und das Laufen beginnt von neuem. Nach einer Anzahl Laufperioden fällt das Thier wieder um, und wieder erhebt es sich und läuft. Das wiederholt sich mehrmals, bis endlich das umgefallene Thier wohl noch Strampelbewegungen macht, aber nicht mehr sich aufzurichten vermag; auf der Seite liegend, bewegt es nur noch von Zeit zu Zeit den Kopf und die Beine wie zum Laufen. Mittlerweile hat sich die Respiration beschleunigt und sehr verflacht, unter öfterem Auftreten einzelner stark dyspnoischer Athmungen. Diese Athmungen werden immer

¹ Ich betrachte immer die mittlere Geschwindigkeit einer ganzen Laufbewegung und sehe von den Veränderungen ab, welche die Geschwindigkeit manchmal innerhalb der Laufbewegung erfährt; die letzteren habe ich nicht ausreichend studirt. (Über die Veränderungen der Geschwindigkeit, wenn die Thiere durch mechanische Reizung ihres Körpers zum Laufen gebracht sind [s. unten S. 558], vergl. SCHIFF, a. a. O. S. 340; ich muss jedoch bemerken, dass ich die Thiere in solchen Fällen, ohne dass sie an ein Hinderniss stiessen, bald früher bald später, je nach der Stärke der Reizung, habe zur Ruhe kommen sehen.)

häufiger und krampfhafter, der Rumpf hört zu athmen auf, und mit heftigster Kopfdyspnoë schliesst das Leben des Thieres. Seitdem der Höhepunkt des Laufens erreicht war, ist beim Kaninchen fast ein Tag, sind bei dem Meerschweinchen oder der Ratte etwa zwei Tage verflossen, so dass die Zeit der Zunahme der Laufbewegungen den kleineren, die Zeit ihrer Abnahme den grösseren Theil der Dauer des dritten Stadiums in Anspruch nimmt.

In den Hauptzügen ebenso stellt sich das Verhalten der enthirnten Thiere bei allen ganz gelungenen Versuchen dar, überall finden sich die geschilderten drei Stadien mit ihren charakteristischen Erscheinungen wieder. Mit der Abnahme der Lebensdauer erfahren nur das zweite und das dritte Stadium eine entsprechende Verkürzung und innerhalb des dritten Stadiums insbesondere wiederum die Zeit, während welcher die Laufbewegungen abnehmen, so dass der Tod immer näher an den Höhepunkt des Laufens heranrückt. Weiter drängen sich die Laufbewegungen bei ihrem Anwachsen nicht nur rascher dicht an einander, sondern es steigern sich auch, je kürzer die Lebensdauer ist, desto mehr ihre Dauer und ihre Geschwindigkeit, so dass es zu minutenlangem und viel stürmischerem Laufen kommt, als bei den längstlebigen Thieren, bei welchen selbst auf dem Höhepunkte Dauer und Geschwindigkeit doch immer nur mässige sind. Endlich, wo bei dem Kaninchen noch innerhalb des ersten Tages, bei dem Meerschweinchen oder der Ratte noch innerhalb des zweiten Tages der Tod eintritt, stellen sich neben den Laufbewegungen manchmal noch Zuckungen einzelner Muskelpartien, in seltenen Fällen sogar rasch vorübergehende Krämpfe ein.

Und auch noch bei den nicht ganz gelungenen Versuchen, bei welchen es erst zu einer späteren Zeit zur Blutung kommt, ist bis zum Eintritte der Blutung das entsprechende Verhalten der Thiere zu beobachten; es sind fast ausschliesslich solche Thiere, deren Laufbewegungen rasch und stürmisch sich entwickelt haben. Die Blutung entsteht hier öfters, wie wir es schon von Hrn. SCHIFF bemerkt fanden, durch das Anprallen der Thiere an Hindernisse, manchmal aber auch ohnedies und überhaupt ohne jeden äusseren Anlass. Plötzlich streckt das Thier wie tetanisch Kopf, Rumpf und Glieder und fällt unmittelbar oder nachdem es einen meterhohen Satz in die Luft oder mehrere gewaltige Sätze nach vorn oder Rollungen um die Längsaxe gemacht hat, auf die Seite; meist erhebt es sich gar nicht mehr, sondern macht höchstens noch Strampelbewegungen und geht bald in grösster Athemnoth zugrunde. In diesen Fällen ist das Blut, wie sich zeigt, in die Ventrikel gedrungen oder hat Pons und Medulla oblongata von aussen umflossen. Wo diese Hirntheile und die Ventrikel nicht betroffen sind, thut sich die Blutung manchmal in krampfhaften Zuckungen und

immer in einem plötzlichen abnorm raschen Anwachsen des Laufens kund. Ganz unbrauchbar sind bloss diejenigen Versuche, bei welchen die Nachblutung bald nach der Operation erfolgt oder, was ziemlich häufig vorkommt, die durch die Exstirpation gesetzte Blutung fälschlich vollkommen gestillt erschien und allmählich immer mehr Blut die zurückgebliebenen Hirntheile umfließt. Dann sind das Erschöpfungs- und das Ruhestadium gar nicht oder doch nur in Spuren bemerkbar, Krämpfe mannigfacher Art und Laufbewegungen stellen sich sehr früh ein, und aus dem Gewirr der von Fall zu Fall wechselnden Erscheinungen ist bloss eine regelmässige Steigerung des Laufens herauszuerkennen.

Das geschilderte Verhalten zeigen die Thiere, ohne dass nach beendeter Operation irgend ein Angriff weiter seitens des Experimentators erfolgt. Ich muss dies hervorheben, weil von den meisten Beobachtern das Laufen der enthirnten Säugethiere nicht anders als für den Fall, dass sie dieselben reizten, angemerkt worden ist. Selbst Hrn. SCHIFF ist der wahre Sachverhalt entgangen. Allerdings lässt er, wo »die heftigen Bewegungen«, die zu Nachblutungen führen, fehlen, die Exstirpation unvollkommen oder durch zu grossen Blutverlust misslungen sein¹; aber er fügt nicht bloss sogleich hinzu, dass »die heftigen Bewegungen übrigens nie ganz spontan auftreten«, sondern er sagt auch, nachdem er die durch Reizung herbeigeführten Laufbewegungen behandelt hat: »manchmal sieht man allerdings nach lange angehaltener Ruhe auch scheinbar von selbst solche Bewegungen beginnen, aber diese sind selten«². Erst Hr. RENZI³ und neuerdings Hr. CHRISTIANI⁴ haben das Laufen als eine regelmässige Erscheinung bei den Thieren, die sich selbst überlassen bleiben, erkannt; sie haben freilich wiederum seine Charakteristik übersehen und vor allem das, dass das Laufen ein Secundäres im Verhalten der Thiere ist und Ruhe das Primäre.

Ich muss auch noch, die Thiere in der Ruhe zu charakterisiren, etwas hinzufügen. Nach Hrn. SCHIFF⁵ kommt ihnen »die vollkommen passive Biegsamkeit aller Glieder, die Beibehaltung jeder dem Thiere ertheilten nicht schmerzhaften Lage« zu. Hrn. CHRISTIANI⁴ andererseits »boten die Kaninchen einen Anblick dar, welcher sich von dem nichtenthirnten Thiere im Allgemeinen wenig unterschied. Von Muskelschwäche in den Extremitäten oder von ungewöhnlicher Haltung des Kopfes u. d. m. war in den bestgerathenen Fällen durchaus nichts wahrzunehmen: die Thiere sassen unmittelbar nach der Operation

¹ A. a. O. S. 332.

² Ebenda, S. 340.

³ L. c. p. 133—5.

⁴ A. a. O. S. 223—4.

⁵ A. a. O. S. 341.

da, wie normale Thiere zu sitzen pflegen«. Beide Angaben sind nicht richtig, da, wie es schon einzelne Versuche von FLOURENS und Hrn. RENZI zeigen, der anfängliche Erschöpfungszustand und die spätere Ruhe der Thiere auseinanderzuhalten sind. Hrn. SCHIFF's Angabe trifft genau zu für unser Erschöpfungsstadium, das Hrn. CHRISTIANI entgangen ist und das nie fehlt, auch wenn die Thiere — in Folge der Reizung — »schon beim Losbinden sich sehr ungeberdig benehmen und zu entfliehen suchen«¹. Im Ruhestadium dagegen sinken wohl die Thiere bei langer Ruhe immer mehr in sich zusammen, und sie halten auch manchmal die Beine abnorm oder lassen sich dieselben verstellen wie Hunde, welche die Extremitätenregionen der Fühlsphären verloren haben; aber sie halten jetzt immer die hockende Stellung fest, sie lassen den Körper nicht mehr in jede beliebige Lage bringen, sie behalten nicht einmal die einfache Seitenlage bei, sondern sie kehren immer wieder zur hockenden Stellung zurück.

Wenn nach diesen Bemerkungen die bisherige Kenntniss vom groben Verhalten, welches die enthirnten Säugethiere ohne jeden weiteren Angriff seitens des Experimentators darbieten, meiner obigen Schilderung gegenüber recht mangelhaft erscheint, wenn in der That in der gesammten Litteratur nur ein einziges Versuchsprotokoll von Hrn. RENZI² ein richtiges Bild gewährt, so wäre eine Anklage meiner Vorgänger darum doch ungerecht. Man hatte offenbar mit den so misslichen Versuchen an Säugethiern gerade bloss dem dringendsten Bedürfnisse entsprechen wollen, das nach den viel besseren und vollkommeneren Versuchen an den niedereren Wirbelthieren noch bestand. Wie hier, hatte man dort die Thiere nach der Entfernung des Grosshirns in Ruhe verharren, die willkürliche Bewegung fehlen sehen. Und auch die Laufbewegungen waren, als man auf sie aufmerksam geworden war, nicht unverständlich erschienen: dieselben »sind gewiss ebenfalls nur Reflexe in Folge innerer Reize«, hatte schon Hr. SCHIFF³ gesagt, und Hr. RENZI⁴ hatte auf die verletzten und entzündeten Hirntheile, Hirnhäute u. s. w. als ihre Ursache hingewiesen. Damit hatte man sich begnügen dürfen; und die genauere Untersuchung mit den grösseren Opfern ist erst neuerdings durch Hrn. CHRISTIANI's Veröffentlichung nöthig geworden.

Es galt allgemein und bildete gewissermaassen die Grundlage unserer physiologischen Kenntniss des Grosshirns, dass die Wirbelthiere durch den Verlust des Grosshirns die willkürliche Bewegung

¹ CHRISTIANI, a. a. O. S. 223.

² L. c. p. 133—4.

³ A. a. O. S. 340.

⁴ L. c. p. 134—5.

einbüßen, dass sie in einem soporösen, schlafähnlichen Zustande verharren und nur noch insoweit sich bewegen, als Reizungen die erhaltenen Bewegungsmechanismen in Thätigkeit setzen. Das ist indess nach Hrn. CHRISTIANI nicht richtig, wenigstens nicht für die von ihm beobachteten Thiere, die Kaninchen. Die enthirnten Kaninchen schlafen vielmehr wirklich und schlafen nur viel leichter ein als unversehrte Thiere, doch gelegentlich wachen sie auf, dann gehen sie ohne jede Abnormität umher, machen dabei auch mitten in der Bewegung Halt oder erklettern und erspringen Anhöhen, schliesslich begeben sie sich wieder zur Ruhe und schlafen ein¹. Danach würde nur, was das normale Thier wach erhält, nach der Enthirnung weniger wirksam sein, und es käme auch beim enthirnten Thiere, wie beim normalen, zu Bewegungen, welche nicht durch Reizungen, die unmittelbar oder von der Peripherie her die Bewegungsmechanismen treffen, veranlasst sind, d. h. das enthirnte Thier machte auch andere Bewegungen, als unwillkürliche — Zwangs- oder Reflexbewegungen.

Aber Hr. CHRISTIANI hat sich getäuscht.

Unsere enthirnten Thiere zeigen sich zu den verschiedenen Zeiten ungleich empfindlich gegen die mechanische Reizung ihres Körpers, am wenigsten empfindlich im Erschöpfungsstadium, empfindlicher im Ruhestadium und noch empfindlicher im Laufstadium, besonders um den Höhepunkt des Laufens herum; aber jederzeit sieht man, sobald die Reizung überhaupt wirksam geworden, mit deren Grösse auch die Reaction wachsen. Zuerst kommt ausschliesslich der angegriffene Körpertheil in Bewegung, dann tritt eine ausgedehntere Muskelthätigkeit ein, endlich läuft das Thier, und nun läuft es mit grosser Regel-

¹ »Die Kaninchen«, sagt CHRISTIANI a. a. O. S. 223—4, »sassen unmittelbar nach der Operation da, wie normale Thiere zu sitzen pflegen, und ergriffen, wie solche, die Flucht, wenn man sie, namentlich an den hinteren Extremitäten, festzuhalten suchte... Auch spontane Ortsveränderungen, und dabei keineswegs immer nur fluchtartig ausgeführte, fanden ab und zu statt, wenn die Thiere am Einschlafen verhindert wurden. Diese Bemerkung ist nicht ohne Belang. Es war nämlich zwar eine merkliche Erhöhung der Empfindlichkeit auf Reizung sensibler Nerven, namentlich auch des Acusticus, in den meisten Fällen wahrzunehmen, nichtsdestoweniger verfielen aber die Thiere, wenn man sich nicht mit ihnen beschäftigte und bei Abwesenheit stärkerer äusserer Reize, namentlich bei Fernhaltung aller stärkeren Geräusche und bei Abblendung directen Lichtes, viel leichter in Schlaf, als nichtenthirnte. Aus diesem Schlafe wachten halbe Tage lang beobachtete Thiere wiederholt von selbst auf. Sie gingen dann eine Zeit lang umher, um sich schliesslich wieder zur Ruhe zu begeben und einzuschlafen. Aus diesem Schlafe wurden aber auch die Thiere lebhaft aufgeschreckt, wenn die Stille durch ein plötzliches stärkeres Geräusch unterbrochen wurde... Was das Umhergehen der Thiere nach dem spontanen Erwachen betrifft, so zeigte sich in den bestgelungenen Fällen durchaus nichts Abnormes: die Thiere wichen Hindernissen (z. B. Tischfüssen) aus, ohne dieselben zu berühren; sie machten ohne objectiv nachweisbaren Grund mitten in der Bewegung Halt; sie erkletterten und ersprangen Anhöhen u. s. w.«

mässigkeit desto rascher und desto länger, je stärker der Druck oder der Stoss war. Ebensolche Bewegungen und insbesondere die Laufbewegungen lassen sich auch durch Drücken, Stechen u. s. w. der zurückgebliebenen Hirntheile herbeiführen, nur dass sie hier der Natur der Dinge gemäss in Art und Grösse weniger zu beherrschen sind. Die Laufbewegungen der sich selbst überlassenen Thiere können daher unwillkürliche Bewegungen, Reflex- oder Zwangsbewegungen sein, wenn an und in diesen Thieren Vorgänge statthaben, fähig solche centralen Erregungen zu setzen, wie vorhin die mechanischen Reizungen. Und soleher Vorgänge finden sich genug, von anderem abgesehen, in den Blutungen, wo diese auftreten, in den Entzündungsprocessen, welche an den zurückgebliebenen Hirntheilen bei allen ganz gelungenen Versuchen nachweisbar sind, in den Zerrungen, welche der Hirnstiel, infolge der Entfernung der tieferen Grosshirnpartien seiner natürlichen Unterlage beraubt, überall erfahren muss. Danach ist von vorneherein Hrn. CHRISTIANI's Auffassung vom Laufen der Thiere als eine ganz und gar willkürliche und die Auffassung von Hrn. SCHIFF und Hrn. RENZI als die berechtigtere zu erkennen.

Doch unsere genauere Kenntniss des Verhaltens der Thiere führt uns weiter. Ich will die nicht ganz gelungenen Versuche, bei welchen sofort handgreiflich die Blutung als Ursache der Laufbewegungen sich darstellt, beiseitelassen und nur die ganz gelungenen Versuche betrachten. Da treten die Ortsveränderungen durchaus nicht regellos ab und zu ein, und ebensowenig dauern sie regellos in der Zeit an, sondern im Laufen der Thiere thut sich eine grosse Gesetzmässigkeit kund: allemal beginnt das Laufen eine gewisse Zeit nach der Operation und nimmt an Häufigkeit, Intensität und Dauer zuerst bis zu einem Maximum zu und dann wieder ab; und zweitens setzt das Laufen desto eher nach der Operation ein und erfährt an Häufigkeit, Intensität und Dauer eine desto raschere und auch desto beträchtlichere Steigerung bis zum Maximum, je früher der Tod des Thieres erfolgt. Diese Abhängigkeit der Laufbewegungen von der Zeit nach der Operation und von der Dauer des Überlebens beweist, dass wir es mit unwillkürlichen Bewegungen zu thun haben, mit Bewegungen, veranlasst durch Vorgänge im Thiere, welche die Operation stets zur Folge hat, und welche von einer gewissen Zeit an sich allmählich weiter entwickeln, bis das Thier erliegt, die einen Male rascher und mächtiger, die anderen Male langsamer und schwächer.

Ja, die Sectionsergebnisse lehren uns sogar noch die Vorgänge näher kennen. Bei den längstlebigen Thieren zeigen sich die blossgelegten Hirntheile umhüllt vorn — wo vor der Schnittfläche genommenes Blut verblieben war — von einer etwas consistenteren und

braunrothen, sonst überall von einer rahmigen gelben Eitermasse und darunter von einer membranartigen, fibrinös organisirten Schicht, welche an der Schnittfläche und an der Oberfläche der *Thalami optici*, manchmal auch an der Oberfläche der *Corpora quadrigemina* festhaftet; an ebendiesen Flächen ist die Hirnsubstanz grauröthlich und weicher als normal; sonst erscheint sie nur etwas ödematös. Bei den Thieren von mittlerer Lebensdauer findet man die eiterige und membranöse Deckschicht weniger ausgebildet, die *Thalami* und manchmal auch die *Corpora quadrigemina* entweder in ihrer ganzen Masse rosenroth und stark ödematös oder weniger gleichmässig roth, aber dafür mit äusserst zahlreichen feinen Capillarapoplexien versehen; nicht selten kommen auch hier oder da im Innern circumscripte Heerde rother Erweichung vor. Endlich bei den Thieren, deren Tod schon früh, bis etwa 18 Stunden nach der Operation eingetreten, sind die *Thalami* und manchmal auch die *Corpora quadrigemina* — natürlich hier, wie überall, öfters die Gebilde der einen Seite mehr als die der anderen — von hämorrhagischen Heerden in Form grober Punkte durchsetzt. Dass alle diese Veränderungen nicht durch den mechanischen Eingriff herbeigeführt sind, sondern erst mit der Zeit nach der Operation sich ausbilden, davon überzeugt man sich nebenher leicht an den durch Blutungen misslungenen Versuchen, welche reichlich dazu Gelegenheit geben. Das Laufen der Thiere und die Entzündung der stehengebliebenen Hirntheile bieten demgemäss in Zeit und Grösse den zu verlangenden Parallelismus dar: und wenn auch einzelne Laufbewegungen durch reflectorische Erregungen oder durch Zerrungen des Hirnstieles bedingt sein mögen, jedenfalls ist die grosse Masse der Laufbewegungen, sind die für das Laufstadium charakteristischen Bewegungen nichts anderes als Zwangsbewegungen infolge der entzündlichen Vorgänge, welche in den *Thalami optici* und den *Corpora quadrigemina* statthaben.¹

Der Täuschung, welcher Hr. CHRISTIANI verfallen ist, liegt übrigens noch ein Irrthum zugrunde, den offenbar Alle begingen, welche das Laufen der enthirnten Säugethiere bemerkten, wenn auch RENZI allein ihn zum Ausdrucke brachte²: der Irrthum, dass solches Laufen nach der Enthirnung den Säugethieren eigenthümlich sei und bei den übrigen

¹ Die dem Laufstadium vorausgehenden activen Expirationen (s. oben S. 553) sind, wie es scheint, mit einer Erfahrung von SCHIFF in Verbindung zu bringen. Nach SCHIFF (a. a. O. S. 349) »liegt vor dem Sehhügel, zwischen ihm und dem gestreiften Körper, eine Stelle, deren Reizung bei Kaninchen eine kurz angehaltene starke Expirationsbewegung mit eigenthümlicher Erzitterung im Larynx bewirkt... Schon MAGENDIE hatte bei Kaninchen nach gewissen Verletzungen, die, wie er glaubt, den Sehhügel trafen, diesen Ton gehört...« So würden die activen Expirationen als das erste Anzeichen der Vorgänge an den stehengebliebenen Hirntheilen zu verstehen sein.

² L. c. p. 135.

Wirbelthieren nicht vorkomme. Ich habe im Laufe der Jahre unter den vielen Fröschen, welchen ich das Grosshirn ohne Nebenverletzungen exstirpirt hatte, mehrfach solche gesehen, welche noch an demselben oder an dem folgenden Tage wiederholt zeiger- oder reitbahnartige Bewegungen machten, ohne dass ich sie reizte, und deren Verhalten später erwies, dass hinter dem Grosshirn gelegene Hirntheile zugrundegegangen waren. Die Bewegungen dieser Frösche bin ich geneigt, auch hinsichts der ursächlichen Momente, den Bewegungen der Säugethiere gleichzustellen; es zu beweisen, sind meine bloss gelegentlichen Beobachtungen allerdings unzureichend. Besseres kann ich für die Vögel beibringen. Gerade in Rücksicht auf die vorliegende Frage habe ich schon oben¹ enthirnte Tauben beschrieben, welche nach einem Ruhestadium ein ebenso charakteristisches Laufstadium zeigten, wie unsere Säugethiere. Bei anderen Tauben habe ich erst mehrere Stunden nach der Operation oder gar erst am folgenden Tage, nachdem sie bis dahin in der normalen Ruhe verblieben waren, das Laufen (oder Fliegen) beginnen und mit der Zeit sich verstärken sehen: sie flatterten mehrmals gegen die Decke des Käfigs oder kletterten an den Gitterstäben empor, darauf folgte eine kürzere oder längere Pause, dann kehrten die Bewegungen wieder, von neuem trat eine Pause ein, und so wiederholte es sich vielfach. Die Section dieser Tauben, welche in den nächsten Tagen starben, ergab in einzelnen Fällen ausschliesslich eine Erweichung der Pedunculi und Thalami optici, in der Regel aber auch eine Blutung, welche die Befunde trübte. Eben weil die Blutungen so häufig sich einmischten, habe ich hier von den reinen Erscheinungen des Laufstadiums ein so klares Bild, wie bei den Säugethiern, nicht zu gewinnen vermocht. Immerhin kann darüber kein Zweifel sein, dass das Laufen oft auch bei den Tauben das Primäre, die Blutung erst das Secundäre gewesen ist, und dass in anderen Fällen die nur geringe Blutung keineswegs für sich allein das langandauernde Laufen veranlasst hat. Vögel und Säugethiere unterscheiden sich mithin in der fraglichen Hinsicht bloss dadurch von einander, dass bei den Vögeln das Laufen nicht eine so regelmässige Erscheinung nach der Enthirnung ist, wie bei den Säugethiern. Was daraus nach unseren obigen Ermittlungen folgt, dass bei den Vögeln die Entfernung des Grosshirns öfters nicht so deletär auf die niedereren Hirntheile wirkt, wie immer, selbst in den glücklichsten Fällen, bei den Säugethiern, das ist ja auch schon einfach daraus geschlossen worden, dass Vögel von der Enthirnung ohne weitere Schädigungen genesen können, Säugethiere aber infolge der-

¹ I. S. 812—3.

selben Verstümmelung stets zugrundegehen. Offenbar hat man nur bei den Vögeln, indem man bestrebt war, in Thieren, welche die Exstirpation lange überlebten, das beste Material für das Studium der Functionen des Grosshirns zu gewinnen, die weniger glücklichen Versuche verworfen oder zu wenig beachtet und darum überschen, dass bei gleich frühem Tode nach der Enthirnung die Vögel ebensowohl laufen wie die Säugethiere.

Der Ausfall der Grosshirnfunctionen tritt nach alledem bei den Säugethieren bloss rein hervor in deren Ruhestadium nach der Enthirnung, nur dann können dieselben in Vergleich kommen mit den Vögeln, welche wochen- und monatelang die Enthirnung überlebt haben, und dann stimmen sie auch, wie die obigen Schilderungen¹ zeigen, in Haltung und Verhalten mit den letzteren überein. Die willkürliche Bewegung fehlt ihnen durchaus; und wie sie unbewegt in der Ruhestellung verharren, stellen sie sich in einem soporösen, schlafähnlichen Zustande dar, — von einem wirklichen Schlafen kann natürlich nicht die Rede sein, wo die Möglichkeit des Träumens wie des Wachens fehlt. Nur hin und wieder einmal tritt eine unwillkürliche Bewegung infolge peripherischer Reizung ein. Hat sich eine Fliege auf das Ohr gesetzt, wird das Ohr gedreht; läuft eine Fliege über die Nase, wird der Kopf hin und her geschüttelt; fliesst ein Blutstropfen von der Hautwunde aus über das Nasenloch, wird der Kopf hastig gebeugt, und es erfolgt eine starke active Expiration mit lautem Niesegeräusche; ist ein Bein weit nach aussen abgeglitten, wird es angezogen; hat sich der Rumpf über einem nach innen verschobenen Beine zu sehr seitwärts geneigt, wird er wieder in die richtige Lage gebracht; u. dgl. m. Derart in jedem einzelnen Falle, für jedes Kratzen, Wischen, Putzen u. s. w. den Reiz an der Peripherie nachgewiesen sehen zu wollen, würde begreiflich ein unbilliges Verlangen sein und um so mehr, als schon der Fortgang der vegetativen Vorgänge für sich allein mancherlei Reizungen zu setzen vermag. So führt z. B. ganz regelmässig die Defäcation Bewegungen herbei, und zwar Dreh- oder Progressivbewegungen. Ich habe einmal ein Kaninchen in den ersten acht Stunden nach der Operation zu drei Zeiten; jedesmal bei der Defäcation, wenige Schritte geradeaus oder im Bogen gehen sehen, im übrigen aber regungslos verharren; und die Beobachtungen des anderen Tages haben es sogar wahrscheinlich gemacht, dass das Thier in den ersten 23 Stunden nichts weiter als sechs solche Progressivbewegungen ausführte. Genug offenbar, dass im Ruhestadium immer nur höchst selten und dazu noch in der Zeit ganz unregelmässig

¹ Vergl. oben S. 553 und I. S. 814.

vereinzelte Bewegungen auftreten, dass diese Bewegungen alle den Charakter der Reflexbewegungen zeigen, und dass in vielen Fällen auch die peripherischen Reizungen nachweisbar sind, welche die Bewegungen veranlassen: man wird solche Reflexbewegungen bei einem Thiere, welchem bloss das Grosshirn fehlt, nur natürlich finden, und man wird sie auch streng unterscheiden von den Zwangsbewegungen, welche dem Laufstadium eigenthümlich sind und auf dem unmittelbaren Angriffe der stehengebliebenen Hirntheile beruhen.

Die Übereinstimmung zwischen den niederen Säugethieren und den Vögeln hinsichts der Folgen der Grosshirnexstirpation beschränkt sich indess nicht auf das Verhalten der Thiere, das wir soweit betrachteten, sie erstreckt sich auch — und damit kommen wir zu unserer eigentlichen Aufgabe — auf das Sehen. Die enthirnten Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten zeigen wohl den Pupillarreflex, ausser dass er im Erschöpfungsstadium schwächer und träger sich vollzieht, nicht merklich anders als in der Norm; sonst aber werden sie durch Licht in keiner Form und keiner Weise mehr beeinflusst. Nichts sichtbares vor ihren Augen in Ruhe oder Bewegung, selbst nicht der Wechsel der tiefsten Finsterniss mit dem grellsten Lichte, des grellsten Lichtes mit der tiefsten Finsterniss führt zu irgend einer Zeit nach der Operation die mindeste andere Reaction herbei, als dass die Pupillen sich verengen oder erweitern. Und wenn die Thiere sich bewegen, so stossen sie an alle Hindernisse auf ihrem Wege an, gehen geradezu in die Objecte hinein, streben an der glatten Zimmerwand in die Höhe, fallen vom Tische u. dgl. m. Auch bei den niederen Säugethieren ist also mit dem Verluste des Grosshirns die völlige Einbusse des Gesichtssinnes verbunden.

Und das stellt sich im Grunde auch als das Ergebniss heraus, welches alle die früheren Untersuchungen bis auf die neueste Zeit ganz gleichmässig geliefert haben. Denn andere Beobachtungen, als ich eben anführte, hatte man nicht gemacht; höchstens sollte noch nach einzelnen Erfahrungen¹ auf grelles Licht das Auge sich schliessen, — was in der Wirklichkeit nicht zutrifft, und was vielleicht die unvollkommene Exstirpation bei den bezüglichen Versuchen, vielleicht die unzureichende Vorsicht bei den Prüfungen² vorgetäuscht hat. Man hatte nur, seitdem die enthirnten Vögel für sehend galten, den Pupillarreflex und das Blinzeln bei den enthirnten Säugethieren als

¹ MAGENDIE, *Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux*. Paris 1841. T. II. p. 334—5. — LONGET, *Anatomie und Physiologie des Nervensystems* (1842). Übersetzt von HEIN. Leipzig 1847. Bd. I. S. 525. — SCHIEF, a. a. O. S. 332.

² Nicht bloss das S. 553 besprochene Blinzeln kann die Täuschungen veranlasst haben, zumal wenn nur in einzelnen Fällen geprüft worden ist, sondern auch noch ein anderer Umstand, von welchem später die Rede sein wird.

Beweise für deren Sehen genommen: Beweise, welche, weil eine Sonderstellung der Säugethiere allen anderen Wirbelthieren gegenüber äusserst unwahrscheinlich dünkte, so willkommen waren, dass man den offenbaren Widerspruch, welchen das ganze sonstige Verhalten der Thiere darbot, leicht hin übersah. Aber jetzt, wo wir wissen, dass der Pupillarreflex nicht auf ein Sehen schliessen lässt, und dass es ebenso um das Blinzeln stehen würde, selbst wenn es damit seine Richtigkeit hätte — ich komme später noch darauf zurück —, lassen die früheren Beobachtungen ohne jede Ausnahme nur den einen Schluss zu, dass die grosshirnlosen Säugethiere blind sind. Demgemäss würde alles in schönster Übereinstimmung sein, hätte nicht die neueste Zeit noch zu Abweichungen geführt. Da war es Hrn. CHRISTIANI¹ vorbehalten, ganz andere Erfahrungen zu machen: ihm »zeigte sich beim Umhergehen der enthirnten Kaninchen in den bestgelungenen Fällen durchaus nichts Abnormes: die Thiere wichen Hindernissen (z. B. Tischfüssen) aus, ohne dieselben zu berühren; sie erkletterten und ersprangen Anhöhen u. s. w.« Und der Strassburger Berichterstatter über Hrn. CHRISTIANI's Veröffentlichung hat hinzugefügt,² dass »die CHRISTIANI'schen Angaben sehr bald eine umfassende Bestätigung erfahren« würden, indem »eine noch bedeutend grössere Versuchsreihe am Kaninchengehirn der Hauptsache nach mit ganz denselben Resultaten ausgeführt wurde«; die angekündigte Mittheilung ist in den drei seitdem verflossenen Jahren nicht erschienen.

Doch wiederum hat Hr. CHRISTIANI sich getäuscht und diesmal unter Umständen, wo schon eine einfache Überlegung die Täuschung hätte verhüten sollen. Was so zahlreiche Forscher immer wieder angegeben hatten, was man sogar dort, wo man entschieden das Sehen der enthirnten Kaninchen vertrat, ausdrücklich hervorgehoben hatte, dass die Thiere in die Hindernisse stiessen,³ das waren nackte Beobachtungen, bei welchen ein Irrthum unmöglich war. Dagegen war, was Hr. CHRISTIANI wollte, dass seine Thiere Hindernissen auswichen, ein Schluss, der falsch sein konnte; und er musste falsch sein, wenn nicht eine Abweichung in der Verstümmelung der Thiere zu einem abweichenden Verhalten derselben Anlass bot. Aber nach

¹ S. oben S. 558 Anm.

² Deutsche medicin. Wochenschrift, 7. Jahrg. 1881, No. 21. S. 302.

³ DESMOULINS (et MAGENDIE), Anatomie des systèmes nerveux etc. Paris 1825. T. II. p. 628. — H. HERTWIG. Experimenta quaedam de effectibus laesionum in partibus encephali singularibus etc. Diss. inaug. Berolin. 1826. p. 9. — SCHÜPS, MECKEL'S Archiv für Anatomie und Physiologie, 1827. S. 373. — BOUILLAUD, Journ. de Physiologie expér. T. X. 1830. p. 43. — MAGENDIE, l. c. T. I. p. 200; 280—1. T. II. p. 334. — SCHIFF, a. a. O. S. 334; 340. — FERRIER, The functions of the brain. London 1876. p. 39. (Übersetzt von OBERSTEINER. Braunschweig 1879. S. 44)

den Schilderungen waren ebensowohl, wie Hrn. CHRISTIANI, auch früheren Forschern und insbesondere zweifellos Hrn. SCHIFF Versuche mit totaler Exstirpation des Grosshirns gelungen. Zudem liessen sich mit Verletzungen der hinter dem Grosshirn gelegenen Hirntheile die früheren Versuche nicht verdächtigen, weil in solchen Fällen, wie man lange weiss und wie Hr. CHRISTIANI selber es durch Versuche erfuhr, die Thiere nicht hätten sich ruhig in der hockenden Stellung halten und in normaler Weise laufen können. Bloss daran war zu denken, dass einzelne Vorgänger die Exstirpationen unvollkommen ausgeführt hätten; aber dann hätten ihre Thiere erst recht nicht in die Hindernisse stossen dürfen, wenn nach der Fortnahme des ganzen Grosshirns dergleichen nicht geschehen sollte. Das hätte Hr. CHRISTIANI erwägen müssen, und er wäre damit zur Erkenntniss gelangt, dass, wo seine Versuchsthiere nicht in Hindernisse stiessen, einfach ihr Weg sie nicht auf solche führte.

Wer die enthirnten Thiere beobachtet, wer sie so oft und immer wieder die Objecte, welche auf ihrem Wege liegen, streifen und in dieselben hineingehen sieht, wird denn auch Hrn. CHRISTIANI's Angabe ganz unbegreiflich finden; und rathlos wird er vor der Frage stehen, wie es möglich war, dass die Angabe entstand. Ich will die Antwort geben, zu welcher das ausgedehnte Studium der Thiere mich befähigt hat. Hrn. CHRISTIANI's »bestgelungene Fälle«, in welchen die Thiere »Hindernissen (z. B. Tischfüssen) auswichen«, sind Versuche gewesen, wie ich sie oben als ganz gelungene bezeichnet habe, mit einer mittleren oder noch grösseren Lebensdauer der Thiere; und Hrn. CHRISTIANI's Beobachtungszeit — er hebt hervor, dass er werthvolle Versuchsthiere »halbe Tage lang« beobachtete — hat höchstens das Ruhestadium und einen ersten Theil des Laufstadiums gedeckt, so dass er bloss mässige Progressivbewegungen dieser Thiere zu sehen bekam. Bei solchen mässigen Bewegungen kommt es hin und wieder vor, dass die Thiere, wenn sie in die Mitte des Zimmers gesetzt waren, nicht an die Wand und die dort befindlichen Schränke u. s. w. gerathen, sondern, natürlich in Absätzen, mehr oder weniger regelmässige Kreise inmitten des Zimmers beschreiben, immer wieder in ungefähr derselben Weise, und dabei, wenn nur spärliche Objecte in der Nähe sich befinden, zumal von so geringer Breite wie Tischfüsse, wiederholt an den Objecten vorüberkommen, ohne dass sie ihr Weg in Berührung mit den Objecten bringt. So habe ich Kaninchen die Füsse eines inmitten des Zimmers befindlichen Tisches, die einen Male alle vier Füsse, die anderen Male nur zwei Füsse, manchmal sogar zuerst die einen und dann andere zwei Füsse, wiederholt umkreisen sehen, ohne anzustossen; so habe ich ein Kaninchen zu Anfang

des Laufstadiums zwei Stunden lang rings um eine ansehnliche Kiste herumlaufen sehen, in $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ Fuss Entfernung von ihr, ohne je die Kiste zu berühren; und dergl. mehr. Derartige Beobachtungen waren es, welche Hrn. CHRISTIANI zu der Meinung verleiteten, dass die Thiere Hindernissen auswichen; und er ist bei dem Irrthume verblieben, obwohl das Auskunftsmittel so nahe lag: er brauchte nur in die hier genügend vorgegebene Bahn der Thiere einigermaassen breite Objecte zu stellen oder die Thiere in die Nähe der Wand zu versetzen, und er hätte gesehen, wie die Hindernisse nicht vermieden wurden. Um seine Meinung festhalten zu können, hat aber Hr. CHRISTIANI weiter alle die Versuchsthiere, welche er an Hindernisse stossen sah, kurzweg ausser Berücksichtigung gestellt, indem er sie ganz und gar willkürlich nicht zu den »bestgelungenen Fällen« zählte; und er hat dabei noch übersehen, dass, wenn die Enthirnung nicht Blindheit mit sich brachte, die Kaninchen nicht bloss bei den vermeintlichen »spontanen« Bewegungen, sondern auch, wie der grosshirnlose Frosch, bei unwillkürlichen Bewegungen und insbesondere wenn er sie reizte, die Hindernisse hätten vermeiden müssen. Endlich, um das Maass voll zu machen, hat Hr. CHRISTIANI das Anstossen der Thiere an Hindernisse sogar da vernachlässigt, wo es ihm nach seiner eigenen Angabe bei den »bestgelungenen Fällen« ganz deutlich zur Beobachtung gekommen sein muss, dort nämlich, wo die Thiere »Anhöhen erkletterten«.

Denn mit dem »Erklettern und Erspringen von Anhöhen« seitens der enthirnten Kaninchen hat es folgende Bewandtniss. Wie wir sahen, werden durch gewisse Blutungen Zwangsbewegungen in Form gewaltiger Sätze nach oben und vorn herbeigeführt; und dann gelangen die Thiere günstigenfalls mit ihren Sprüngen vom Fussboden auf höhere Objecte, aus der Kiste oder dem Käfig über die hohe Wand hinweg. Sonst kommt es zum »Erklettern und Erspringen« nie anders, als nachdem die Thiere bei ihren Laufbewegungen an Hindernisse gestossen sind, welche sie nicht ohne weiteres im Laufe stolpernd überwinden können, und auch dann nur unter besonderen Umständen. Im Ruhestadium und im Anfange des Laufstadiums bringt das Anstossen jedesmal das Thier zur Ruhe; die Bewegung erlischt unmittelbar, so dass alle Körpertheile in der Stellung verbleiben, welche sie beim Anstossen innehatten, und erst nach einer Pause sammelt sich das Thier, indem es den Kopf zurück- und die Hinterbeine vorzieht, kurz wieder die hockende Stellung annimmt. Später im Laufstadium dagegen kommt das Thier nur zur Ruhe, wenn das Anstossen zu einer Zeit erfolgt, zu welcher die Laufbewegung bereits ihrem natürlichen Ende nahe ist, oder wenn der Stoss so heftig ist, dass das Thier weit zurückprallt; anderenfalls setzt sich die Bewegung

in der einen oder der anderen Weise fort. Entweder ist nun das Thier, wie es am häufigsten vorkommt, durch das Hinderniss zur Seite abgelenkt, und die Laufbewegung geht in der neuen Richtung zu Ende; oder das Thier, das nicht ferner laufen kann, erhebt sich auf den Hinterfüssen und strebt strampelnd mit den Vorderfüssen in die Höhe, zuerst nur wenig, dann immer mehr, bis die Zeit der Zwangsbewegung abgelaufen ist. Um den Höhepunkt des Laufens herum, wenn der Bewegungsantrieb sehr mächtig ist, und zumal wenn das Anstossen sogleich nach dem Beginne einer Laufbewegung erfolgt, geschieht es dann zuweilen, dass das Thier unter dem andauernden Strampeln endlich mit den Vorderfüssen das obere Ende des Hindernisses erreicht und mit den nächsten Beugungen der Vorder- und Streckungen der Hinterbeine sich auf das Hinderniss hinauf- oder über dasselbe hinwegschwingt. So habe ich Kaninchen auf Kästen und Ofen-Unterbauten gerathen, in Töpfe und Kisten, welche auf dem Fussboden standen, hinein- und auch aus ihnen herausgelangen sehen u. dgl. m. Aber dafür muss eben das zu überwindende Hinderniss nicht zu hoch sein und das Thier, indem es sich auf den Hinterbeinen mehr und mehr erhebt, mit den Vorderfüssen das obere Ende des Hindernisses erreichen. Wo dies nicht geschieht oder überhaupt nicht möglich ist, wiederholen sich nur, durch Ruhepausen getrennt, wie sonst die Laufbewegungen, so hier die Kletter- und Strampelbewegungen, bis endlich einmal das Thier eine Ablenkung zur Seite erfährt und fortan wieder Laufbewegungen folgen.

Bei diesen Ausführungen, welche die Angaben und die Beobachtungsweise kennzeichnen, deren man sich auf unserem Gebiete zu erwehren hat, braucht es aber nicht einmal zu bleiben. Denn um über das Sehen der Thiere zu entscheiden, bietet sich noch ein ganz einfaches Hülfsmittel darin dar, dass man neben unseren bisherigen Versuchsthieren solche prüft, welchen man nach der Enthirnung noch die Augen eröffnet und den Augeninhalt entleert hat. Vom Pupillarreflexe abgesehen, zeigen beiderlei Thiere nicht den mindesten Unterschied in ihrem Verhalten und gilt, was ich für die einen beschrieb, genau ebenso für die anderen.

Die niederen Säugethiere, unter ihnen trotz Hrn. CHRISTIANI das Kaninchen, sind also nach dem Verluste des Grosshirns vollkommen blind, und dabei wird es bleiben, auch wenn die angekündigte Strassburger Mittheilung noch erscheinen sollte. In Hinsicht auf unsere Bestrebungen will aber das Ergebniss noch näher gewürdigt sein. Bei den Vögeln, da sie von der Enthirnung genasen und für ihre weitere lange Lebensdauer blind blieben, erwiesen unmittelbar die Versuche, dass alle centralen Vorgänge des Gesichtssinnes an das

Grosshirn gebunden sind. Einen solchen Erfolg hat bei den Säugethieren deren Kurzlebigkeit nach der Enthirnung von vorneherein ausgeschlossen: hier ist unmittelbar durch die Versuche der Nachweis einer andauernden Blindheit nicht erbracht. Indess ist nicht daran zu denken, dass unsere enthirnten Säugethiere, hätten sie länger gelebt, nach mehr Tagen oder nach Wochen doch noch Reste des Gesichtssinnes würden haben erkennen lassen. Man müsste dafür die Annahme machen, dass durch den operativen Eingriff überall und immer in gleicher Weise die stehengebliebenen Hirntheile intensiv geschädigt worden wären; und solche Annahme wird durch das Verhalten der Thiere, wie durch die Sectionsbefunde durchaus widerlegt. Aber auch schon mit unseren unmittelbaren Versuchsergebnissen dürfen wir uns zufrieden geben. Denn soviel auch die Leistungen des Grosshirns in der Wirbelthierreihe variiren mögen, das war von Anfang an nicht zu glauben, dass die grössten und niedersten Leistungen des Grosshirns beim niederen Säugethiere andere sein sollten, als beim höheren Säugethiere, vollends als bei diesem und beim Vogel; und nur die so bestimmt auftretenden Angaben, dass an den niederen Säugethiern nach der Enthirnung ein Rest des Gesichtssinnes erhalten sei, haben zu der im Grunde überflüssigen Untersuchung genöthigt. Jetzt, da diese Angaben als falsch erwiesen sind, da die niederen Säugethiere nach der Enthirnung, so lange sie nur leben, sich als vollkommen blind herausgestellt haben, tritt das einzig Natürliche in sein volles Recht: dass, wie bei den höheren Säugethiern und den Vögeln, so auch bei den niederen Säugethiern alle centralen Vorgänge des Gesichtssinnes an das Grosshirn geknüpft sind.

Hrn. MOELI's¹ Versuche mit partieller Zerstörung der Grosshirnrinde, HrN. VON MONAKOW's² Erfahrungen über die secundären Degenerationen nach partiellen Grosshirn-Exstirpationen und HrN. VON GUDDEN's³ Ermittlungen über die partielle Sehnervenkreuzung lassen darüber hinaus noch erkennen, dass beim Kaninchen auch die Lage der Sehsphären und ihre Verbindung mit beiden Retinae derart, wie beim Hunde, wiederkehren. Entsprechende Beobachtungen habe ich beiläufig nach totalen und partiellen Exstirpationen einer Hemisphäre gemacht; doch ist es nicht lohnend erschienen, die Untersuchungen in der Richtung auszudehnen.

¹ VIRCHOW's Archiv, Bd. 76. 1879. S. 481—3. — (Vergl. auch RENZI's unvollkommene Exstirpationen beim Meerschweinchen; s. oben S. 551 Anm. 1.)

² Archiv für Psychiatrie, Bd. 12. 1882. S. 150—3; 535 ff. — Bd. 14. 1883. S. 699 ff.

³ VON GRÄFE's Archiv für Ophthalmologie, Bd. 25. Abth. I. 1879. S. 13—7.

1884.
XXV.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

8. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. CURTIUS.

1. Hr. SCHERER las über Mars Thingsus.

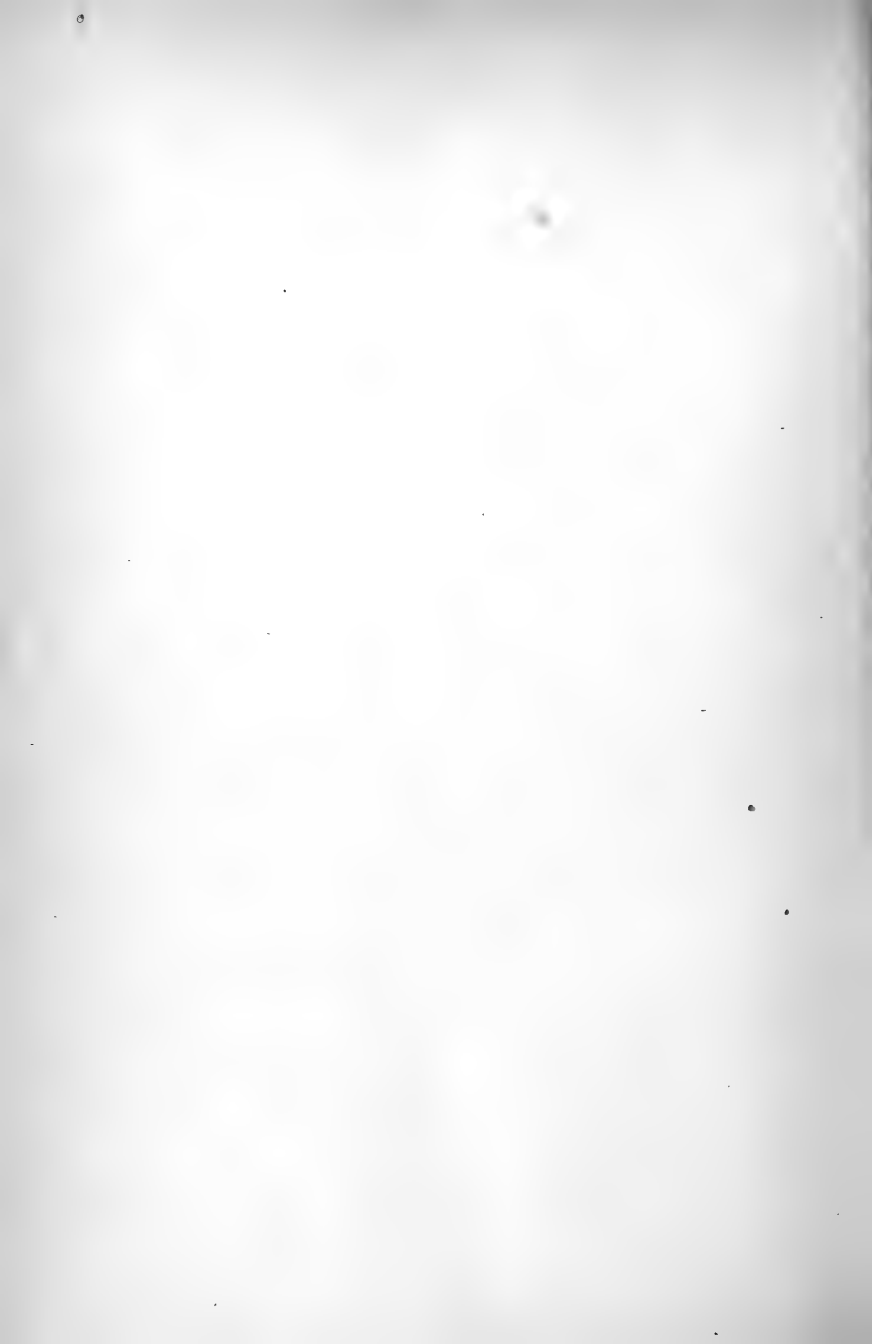
Die Mittheilung erfolgt umstehend.

2. Von dem correspondirenden Mitgliede der Akademie Hrn. IMHOOF-BLUMER wurde durch Hrn. MOMMSEN eine Abhandlung über die Münzen der Dynastie von Pergamon vorgelegt.

Sie wird in den Abhandlungen der Akademie erscheinen.

3. Hr. TOBLER gab einen Bericht über die Berliner Handschrift des Huon d'Auvergne.

Die Mittheilung wird in einem der nächsten Berichte erscheinen.



Mars Thingsus.

Von W. SCHERER.

In der Westdeutschen Zeitschrift für Geschichte und Kunst 3, 120 publicirt Hr. EMIL HÜBNER zwei Inschriften, die im Bezirk einer der römischen Stationen am Hadrianswall im Norden von England, dem alten Boreovicium, jetzt Housesteads genannt, gefunden wurden und die er folgendermaassen liest:¹

1. Deo | Marti | Thingso | et duabus¹ Aluesiagis | Bede et Fi | mmilene | et
n(umini) Aug(usti) Ger | m(ani) cives Tu | ihanti r(otum) s(oluerunt) l(ibentes)
m(erito)

2. Deo | Marti et duabus | Alaisiagis et n(umini) Aug(usti) | Ger(man)
cives Tuihanti | cunei Frisiorum | Ver . . . Ser . . . Alexand | riani votum
soluerunt | libent[es] m(erito)

‘Der Name des Kaisers’, sagt Hr. HÜBNER, ‘dessen Numen in beiden Inschriften zugleich mit den übrigen Gottheiten geehrt wird, ergibt sich mit Sicherheit aus dem oder den Beinamen des *cuneus Frisiorum*: es ist Severus Alexander, und damit ist die Zeit der Denkmäler sicher auf die Jahre 222 bis 235 bestimmt.’

Die zweite Inschrift gewährt, wie Hr. MOMMSEN (Hermes 19, 232) hervorhebt, das älteste Zeugnis für den *cuneus* als technische Bezeichnung einzelner Reiterabtheilungen des römischen Heeres. ‘Vielleicht’, bemerkt Hr. MOMMSEN, ‘ist es nicht Zufall, dass das Wort in dieser technischen Verwendung zuerst für die Friesen begegnet — *acies*, sagt Tacitus von den Germanen, *per cuneos componitur*.’ Über den germanischen *cuneus* vergl. PEUCKER, Deutsches Kriegswesen der Urzeiten 2, 212; Anz. f. deutsches Alterth. 4, 97. In welcher Weise aber der römische Reiter-*cuneus* aus dem germanischen *cuneus* hervorging, das lässt sich bis jetzt schwer sagen; und die folgenden Bemerkungen erheben nicht den Anspruch, das Problem endgültig zu lösen. Die

¹ Von der Richtigkeit der Lesungen *Thingso Bede Finnile* habe ich mich aus den bei HÜBNER eingelaufenen Photographien, Abklatschen und Abschriften selbst überzeugt. — Nach Hrn. MOMMSEN (Hermes 19, 232) ist aufzulösen: *n(uminibus) Aug(ustorum)*.

einzelne germanische Völkerschaft formirt sich in der Schlacht als Keil; so viel Völkerschaften, so viel Keile. Unter Civilis bilden die Canninefaten einen Keil, die Friesen bilden einen Keil, die Bataver bilden einen Keil (Tac. hist. 4, 16). Der Keil ist daher eine taktische Einheit, deren Angehörige sich unter einander verwandt glauben, sich mit einem gemeinsamen Namen nennen und wahrscheinlich im Frieden Ein Allthing besuchen. Mit Einem Worte: dem *cuneus* entspricht in der römischen Terminologie für germanische Einrichtungen die *civitas*. Nach dem Princip der germanischen Heeresverfassung gehört zu jedem *cuneus* eine Abtheilung Reiterei, d. h. in der Regel eine zur Hälfte aus Fussvolk, zur Hälfte aus Reiterei bestehende Truppe. Von ihrer technischen Verwendung in der Schlacht wissen wir nicht viel; aber halten wir uns an die Worte des Tacitus, worin er, wie wir annehmen dürfen, die germanische Normalschlachtordnung schildert, eben das von Hrn. MOMMSEN schon herbeigezogene sechste Capitel der Germania, so wurde die gemischte Truppe vor der Front aufgestellt:¹ *quos . . . ante aciem locant*. Die *acies* aber besteht aus Keilen. Also, wenn wir annehmen, dass nur Eine Völkerschaft kämpfte und mithin nur Ein Keil vorhanden wäre: vor der Spitze des Keiles steht die gemischte Truppe. In welcher Form der Aufstellung? Darüber wissen wir nichts. Bildete auch sie einen Keil, so würde sich der römische Terminus leicht erklären: die Aufstellung ward herübergenommen. Aber auch wenn dies nicht der Fall gewesen sein sollte: die Mischtruppe, gleichsam als Vorhut des Keils, gehört zum Keil und bildet dessen eigentliche Spitze. Wie es noch spät eine Auszeichnung war, an der Spitze der keilförmigen Schlachtordnung das Feldzeichen zu tragen (RICHER I, 9), so bezeichnet Tacitus die Mischtruppe als eine Elitetruppe, ihren Namen als einen Ehrennamen. Die Mischtruppe ist gleichsam der Keil des Keiles, die concentrirteste Kraft des Keiles; und wenn daher die Römer die Elite der Friesen aushoben, so mochte auf dieser Truppe, besonders falls gelegentlich auch ihre taktische Verwendung beibehalten wurde, der Name des Keiles haften bleiben und von den Friesen auf ähnliche nationale Elitetruppen, z. B. eine sarmatische (MOMMSEN a. a. O. 227 Anm. 3), übertragen werden. Wie dem aber auch sei, dass ein ursprünglich von germanischen Heeresabtheilungen gebrauchter Name nun eine römische Einrichtung bezeichnete, das verräth eine wachsende Anerkennung des barbarischen Elementes, und Hr. MOMMSEN hat mit Recht die *numeri* des römischen

¹ Die Annahme ist auf keine Weise zu umgehen, dass, was Tacitus streng genommen nur von den den Reitern beigegebenen Fusssoldaten aussagt, thatsächlich von der ganzen gemischten Truppe galt.

Heeres, zu denen die *cunei* gehören, als die Anfänge der Richtung bezeichnet, 'welche schliesslich in die Förderatentruppen und in das Königthum der Gothen und der Franken ausläuft' (a. a. O. 219).

Der Heimatvermerk der germanischen Soldaten, welche zu Boreovicium zwei Altäre setzen und mit jenen Inschriften versehen liessen, ist nach Hrn. MOMMSEN (a. a. O. 233 Anm. 1) nicht correct: 'so häufig bei Heimatbezeichnungen die Landschaft und die Stadt neben einander erscheinen, so ungewöhnlich ist die Verbindung von Landschaft und Gau'. Wie die Schwierigkeit zu heben, wird er uns wohl selbst noch einmal sagen. Mir sei nur die Frage erlaubt: ist die regelmässige Art des Heimatvermerkes etwa auf die Völker und Völkerstämme beschränkt, die in die Reichsstatistik aufgenommen waren? und waren die Tuihanti in diese Reichsstatistik vielleicht nicht aufgenommen?

Tuihanti — der Name taucht neu auf, macht aber keine Schwierigkeit. Unzweifelhaft haben wir hier die Völkerschaft vor uns, deren Name der Landschaft *Tuanti* (GRIMM Gesch. 593; FÖRSTEM. 2, 1485), jetzt Twenthe (welche mit den Tubanten nichts zu thun haben kann), geblieben ist; und gewiss war diese Landschaft ihr Wohnsitz. Das Wort ist deutlich componirt und *Tui-janti* abzutheilen. In dem ersten Compositionsgliede steckt die Zweizahl, treu erhalten wie in *Tuisto*, während sie in dem Namen der Tubanten verdunkelt ist mit einem ähnlichen Lautwandel wie er in dem Namen der *Cugerni* oder *Cuberni* statt *Quiverni* (MÜLLENHOFF im Hermes 12, 272) und vielleicht der *Sugambri* statt *Srigambri* (vergl. MÜLLENHOFF Zs. 23, 27) vorliegt. In dem zweiten Compositionsglied ist *h* anzusehen wie in *Baduhenna* (MÜLLENHOFF Zs. 9, 241) d. h. als römische unberechtigte Schreibung; aber befriedigend zu erklären weiss ich das *-ant* einstweilen nicht, das auch mit der Dreizahl verbunden, dicht neben Twenthe, in dem Namen Drenthe, alt *Thrianta* (FÖRSTEM. 2, 480) vorkommt.

Die Landschaft Twenthe liegt nicht allzuweit von den vermuthlichen Sitzen der Friesen, aber dass die Twianten nur eine Unterabtheilung der Friesen bildeten, möchte ich auf unsere zweite Inschrift hin wenigstens noch nicht behaupten: denn es wäre möglich, dass Soldaten, die aus einer benachbarten Gegend stammten und daselbst heimatberechtigt waren, in den *cuneus Frisiorum* eingestellt wurden.

Die Twianten des *cuneus Frisiorum* nun bezeigen in unseren Inschriften einem *deo Marti Thingso* oder einem *deo Marti* ihre Verehrung.

Der Name *Thingsus*, den wir hier kennen lernen, lässt sich sehr wohl aus dem Germanischen erklären. Er würde gothisch *Thiggys*, Genitiv *Thiggysis* lauten; die Lautgruppe *gs* besitzen wir z. B. im goth.

Genitiv *hugsis* der Urkunde von Arezzo. Der Stamm *thingsa-*, welcher sich dergestalt ergibt, wäre wohl als Adjectivstamm anzusehen, dessen Bildung man nach der üblichen Terminologie so bezeichnen würde: mittelst des Secundärsuffixes *-a-* (ZIMMER QF. 13, 215) abgeleitet von dem Neutralstamme *thingsa-*, der im langobardischen *thinx* (GRIMM GDS. 692) erhalten ist und sich zu dem gemeingerm. Neutralstamme *thinga-* 'Volksversammlung' verhält wie goth. *veihš*, Stamm *veihša-*, zum Stamm *vika-* (lat. *vicus*): vergl. ZIMMER a. a. O. 218. Ein Masculinum *Things*, latinisirt *Thingsus*, würde daher bedeuten: einer, der mit der Volksversammlung zu thun hat, zu der Volksversammlung in Beziehung steht. Und ein Gott, so benannt, ist, kurzgesagt, der Volksversammlungsgott.

Was ein Volksversammlungsgott des näheren zu bedeuten hat, ergibt sich, wenn man die bekannte und anerkannte Identität der Volks- und Heeresversammlung in Betracht zieht, aus Stellen wie Tac. Germ. c. 7 *ceterum neque animadvertere neque vincere, ne verberare quidem nisi sacerdotibus permissum, non quasi in poenam nec ducis iussu, sed velut deo imperante, quem adesse bellantibus credunt*; c. 11 *silentium per sacerdotes, quibus tum et coercendi ius est, imperatur*. Man darf sagen, das Stillschweigen in der Versammlung ward mit der von MÜLLENHOFF nachgewiesenen Formel (Zs. 9, 127; Altertumsk. 5, 5. 86) von den Priestern, *velut deo imperante*, gefordert. Das Strafrecht in der Versammlung ward von ihnen, *velut deo imperante*, ausgeübt. Der Gott aber, in dessen Namen sie gleichsam vorgehen, als dessen Stellvertreter sie gleichsam auftreten, wäre in diesem seinem Verhältnisse zur Volksversammlung durch den Namen *Things* ganz angemessen bezeichnet. Er wäre so zu sagen der ideale Präsident der Versammlung. Jedermann denkt leicht an den nordischen Forseti, den 'vorsitzenden'.

Ist nun aber *Things* ein selbständiger Gott wie *Forseti*? Oder ist es nur der Beiname eines Gottes? In dem ersten Falle war der Hergang entweder der, dass aus dem früheren Beinamen eines Gottes sich ein selbständiger Gott entwickelte — oder dass ein Beiname an die Stelle des vergessenen Hauptnamens getreten, der Gott selbst aber unverändert geblieben ist. Beides bekannte religionsgeschichtliche Vorgänge.

Jedenfalls wurde *Things* von den Twianten, die ihn verehrten, als Mars angesehen, und Mars ist die gewöhnliche *interpretatio romana* des germanischen *Tius*, wie niemand bezweifelt.

Gab es daher einen selbständigen Kriegsgott *Things*, so müsste man innerhalb der germanischen Religionsgeschichte unbedingt annehmen, dass er eine Hypostase des *Tius* war, dass er aus einem

Beinamen des Tius entstand — oder dass ein solcher Beinamen den Hauptnamen verdrängte, Things also Tius selbst unter einem anderen Namen ist. Mit beiden Möglichkeiten muss auch bei dem angelsächsischen Seaxneat, dem altsächsischen Saxnôt, einem Kriegsgotte von ebenfalls beschränktem Geltungsgebiete und durchsichtiger d. h. verhältnismässig später Benennung gerechnet werden; die zweite aber ist die wahrscheinlichere.

Haben wir dagegen *Thingso* neben *Marti* als einen noch gefühlten Beinamen des Kriegsgottes anzusehen, so ergibt sich die Übersetzung des *Mars Thingsus* in einen *Tius Things* fast von selbst.

Für die letztere Annahme gewährt eine von Hrn. HÜBNER herbeigezogene Inschrift ein freilich nur unsicheres Argument. Sie ist publicirt bei Bruce Lapidarium septentrionale S. 412 Nr. 807 (daraus Ephemer. epigr. 3, 125 Nr. 85) und lautet mit Hrn. HÜBNER's Ergänzungen:

Deo | Belatu | cadro a | muro | sivitus | Tingso | ex cune | um [Fr]is[iorum
Ger] | mano | run

Über den celtischen Kriegsgott Belatucadus vergl. Glück, Kelt. Namen bei Caesar S. 6. 'Dass er schlechtweg *a muro* heisst, ist auffällig, aber erklärbar', bemerkt Hr. HÜBNER, der ferner das überlieferte oder vom Herausgeber gelesene *sivi* in *sive* emendirt und bei *tus* an *Tius* denkt. Die latinisirte Form *Tus* für *Tjus* wäre nicht undenkbar, und 'das Fehlen der Aspiration kann in so rustiken Texten nicht auffallen' (HÜBNER). Also *Tusthingso* vom Nominativ *Tus Thingsus*: dieser Nominativ wäre als Ein Wort missverstanden worden und so *Tus* unlectirt geblieben. Unsichere Möglichkeiten, wie man sieht!

Andere Erwägungen führen etwas weiter.

Im Hildebrandsliede 31 bedeuten die Worte *dat du neo dana halt dine ni geleitôs mit sus sippan man* unzweifelhaft: 'dass du noch nie bisher mit einem so verwandten Manne kämpftest' — und *dine* bedeutet mithin thatsächlich 'Kampf'. Aber das Altn. Ags. Altfries. Alts. Ahd. stimmen für das Wort *thing*, *ding* in der Bedeutungsentwicklung Volksversammlung, Gerichtsversammlung, Gericht, Rechtsstreit, Verhandlung, Gegenstand der Verhandlung, Gegenstand, Sache überhaupt, so entschieden überein, wir haben es so unzweifelhaft mit einem juristischen Terminus der alten Germanen zu thun, dass in der Stelle des Hildebrandsliedes nur eine übertragene Bedeutung angenommen werden kann, wie denn auch schon LACHMANN erklärte 'Rechtsstreit führtest'. Charakteristisch genug muss der gerichtliche Zweikampf durch *wehadine* 'Kampfding' bezeichnet werden (GRAFF 5, 183; vergl. JOHANNES SCHMIDT ANZ. 6, 127). Auch die mit *thing* zusammengesetzten Personennamen (FÖRSTEMANN 1, 1155. 2, 1440) enthalten nichts, was uns zwänge, dem Wort einen kriegerischen Sinn beizulegen.

Wir würden hiernach aber sehr schwer begreifen, wie ein Germane mit dem Namen *Things* die Bedeutung des Kriegsgottes verbinden konnte, da die Herkunft des Wortes von *thing* fortwährend unmittelbar gefühlt worden sein muss. Der Kriegsgott wird darin nicht als solcher, sondern gerade in einer friedlichen Function bezeichnet. Hätte sich der Name daher vollständig von ihm losgelöst und sich zu einer eigenen göttlichen Persönlichkeit verdichtet, so konnte dies etwa ein Gerichtsgott wie Forseti, aber nicht wohl ein Mars werden. Derselbe Grund spricht auch gegen die Annahme, dass der Beiname den Hauptnamen verdrängt habe: wie sollte ein unverdunkelter Name von friedlichem Sinne den eigentlichen Namen des Kriegsgottes verdrängt und ersetzt haben?

So bleibt allerdings die Annahme, dass Tius den Beinamen *Things* führte und dass *Things* den weihenden Twianten als Beiname des Kriegsgottes bekannt war, — diese Annahme bleibt die wahrscheinlichste. Auch die anderen weniger wahrscheinlichen Annahmen aber setzen immer voraus, dass Tius überhaupt einmal den Beinamen *Things* führte, dass mithin Tius der Volksversammlungsgott der Germanen gewesen ist. Bestätigt wird die Beziehung des Tius, altn. Týr, zur Volksversammlung, zum Gericht, dem Gerichtsbezirk und der Gerichtsstätte, dem Thing mit einem Worte, durch den jütischen Gaunamen Tystthing oder Tyrsting und den dänischen Ortsnamen Tyrsting, welche beide schon FINN MAGNUSSEN im Lex. myth. 759 f. beibrachte und richtig durch *Tyris forum* erklärte.

Wir gewinnen hiermit eine verfassungsgeschichtlich wie religionsgeschichtlich wichtige Thatsache, die ich nach beiden Seiten hin nicht erschöpfend, sondern nur andeutend erläutern will.

Unentschieden will ich dabei lassen, ob zwischen dem *Things* und dem altn. Forseti ein äusserer Zusammenhang obwaltete. Tyr als Gerichtsgott bezeichnet konnte den mit *Things* thatsächlich synonymen Namen Forseti annehmen und aus diesem Beinamen ein selbständiger Gott werden. Da auch Balder Gerichtsgott war, so konnte der aus Tyr hervorgegangene Gerichtsgott mit ihm in ein genealogisches Verhältnis gesetzt, zu seinem Solne gemacht werden. Aber Forseti selbst gibt uns durch seine offenbare Identität mit dem helgoländischen Fosite ein Räthsel auf, das es wünschenswerth macht, ihn vorläufig aus dem Spiel zu lassen. MÜLLENHOFF's Lösungsversuch (Altertumsk. 5, 39 vergl. 59), dass der Name in Helgoland entlehnt sei, mildert die Schwierigkeit, ohne sie schon völlig zu heben.¹ Anderseits ist ebenso

¹ Es kann umgekehrt Forseti aus Helgoland entlehnt und eine Umdeutung von Fosite (vergl. die Fosi der Germ. c. 36) sein; aber auch eine solche Umdeutung würde den Gedanken voraussetzen, auf den es uns hier ankommt.

möglich, was offenbar MÜLLENHOFF's Ansicht war, dass Forseti sich direct von Balder abzweigt. Immerhin wurzelt er wie Things in den Grundlagen der altgermanischen Verfassung.

Wichtiger scheint es mir, zu beachten, dass in der Entwicklungsstufe des germanischen Dioskurenmythus, welche durch Balder und Hödh bezeichnet wird, die friedliche und kriegerische Function an zwei Brüder vertheilt ist, welche sich in unserem Tius Things auf eine und dieselbe Person vereinigt vorfinden. Ich will indessen nur die Analogie der Erscheinung feststellen, ohne im geringsten etwas daraus zu folgern.

Aber auch Tius Things kann nicht ergründet werden ohne Rücksicht auf 'die grosse Revolution, die nach den Zeugnissen der Alten das Göttersystem der Germanen einmal durchgemacht hat', wie MÜLLENHOFF sagt (Altertumsk. 5, 70). Er meint die Verdrängung des Tius durch Wodan aus der Stelle des obersten Gottes und versteht unter den Zeugnissen der Alten einerseits die Bezeichnung des Semnonengottes als *regnator omnium deus* in der Germ. c. 39, anderseits die Nachricht *deorum maxime Mercurium colunt* in der Germ. c. 9. Der Semnonengott ist Tius, Mercurius ist Wodan.¹

Tius, der alte arische Himmels-gott, wurde bei den Germanen auf das Amt des Kriegsgottes eingeschränkt. Ist der Thinggott erst aus dem Kriegsgott hervorgegangen? Oder hat Tius die Function des Thinggottes schon als Himmels-gott gehabt und nur beibehalten?

Erwägen wir die Identität des Tius mit dem griechischen Zeus und erwägen wir das Verhältniss des Zeus zum öffentlichen Leben, wie er Burg und Markt (Thingstätte) und Rathsversammlung schützt, über Gerechtigkeit, Eid und Treue wacht: so werden wir uns für die zweite Möglichkeit entscheiden, und es wird sich die Entwicklung unseres Tius, mit der in solchen Dingen überhaupt erreichbaren Wahrscheinlichkeit, etwa so darstellen.

Der altarische Himmels-gott war mindestens bei den Westariern der Gott des öffentlichen Lebens. Auch als oberster Gott der ältesten Germanen behielt er dieses Amt bei. Das versammelte Volk in Krieg und Frieden, in Heer und Thing, glaubte unter seinem Schutz, unter seinem Befehl zu stehen, es glaubte in seiner unsichtbaren Gegenwart zu kämpfen und zu berathen. In seinem Namen geboten die Priester Stillschweigen, in seinem Namen strafen sie. Hierdurch war der Gott mit der gesammten Verfassung so eng verflochten, sein Cultus so befestigt, dass er aus dieser Stellung nicht verdrängt

¹ Es sei hier beiläufig auf den bis jetzt, so viel ich weiss, wenig beachteten und allerdings halb vernünftigen *Mercurius Channinfatium* hingewiesen, in welchem man mit Recht den Wodan gesehen hat (Bonner Jahrb. 53, 173).

werden konnte, als Wodan neben ihm aufkam und über ihn emporstieg, als der personifizierte Donner (vielleicht nach dem Muster des gallischen Taranis) ihm das Gewitter abnahm. Auch Wodan ist ein Schlachtengott und Siegverleiher, wie kommt es, dass Tius doch als der specielle Kriegsgott, als der germanische Mars angesehen wurde? Er ward als der specielle Kriegsgott angesehen, eben weil er der Schützer, der unsichtbare Befehlshaber und Präsident des in Heer und Thing versammelten Volkes war. Wenn man ihn als Mars bezeichnete, so überwog die erstere Seite; insofern er den Beinamen Things führt, überwiegt die zweite. Tius mag den Römern als Mars erschienen sein, weil er im Cultus ein ähnliches Verhältnis zum Kriege hatte wie Mars, der 'vor jedem Auszuge der Bürger und vor und nach jeder Schlacht durch Gebet und Opfer, Gelübde und Gaben des Dankes und in seinem Namen erteilte Auszeichnungen verdienter Krieger gefeiert wurde' (PRELLER). Er war auch in Wahrheit mehr Kriegs- als Friedensgott, weil das Leben der Germanen so viel mehr kriegerisch als friedlich war, weil das Heer eine so viel grössere Rolle als das Thing spielte. Aber an sich war er ebensowohl Thing- wie Heeresgott und legt dadurch ein neues Zeugnis für die Identität der friedlichen und der kriegerischen Volksversammlung ab.

Dieses Zeugnis werden unter allen Umständen auch diejenigen anerkennen müssen, welche für mythologische und religionsgeschichtliche Fragen keinen Sinn haben oder die hier vorgetragenen Entwicklungen für zu unsicher halten. Die rechtliche Stellung der Priester erhält eine neue scharfe Illustration. Sind sie die Gesetzeswächter und Gesetzesprecher,¹ so wird die *aiwá-* (oder *aiwjá-* KÖGEL Ker. Glossar 150), das Recht und Gesetz, hauptsächlich unter dem Schutze des Tius stehen. Ob er auch der oberste Schwurgott war, das würden wir wissen, wenn sich LACHMANN's Vermuthung über die Formel *wéttú irmingot* des Hildebrandsliedes beweisen liesse, was leider nicht der Fall ist und wohl nie der Fall sein wird.

Alles Vorstehende lesen wir aus den Worten *Marti Thingso* heraus. Die Frage ist nicht zu umgehen, aber, wie mir scheint, auch nicht zu entscheiden: hat schon der alte Himmelsgott den Beinamen

¹ Es gereicht mir zu hoher Befriedigung, dass meine Ausführung im Anz. 4, 101f. den Beifall Hrn. RICHARD SCHRÖDER's findet (Zs. der Savigny-Stiftung, Germ. Abth. 4, 229). Aber dass der selbsturtheilende Richter eine romano-germanische Afterbildung sei (ibid. 226), dass das germanische Richteramt überhaupt nur im Priesterthum wurzle, kann ich nicht zugeben. Es bleiben dabei die *principes qui iura per pagos vicosque reddunt* (Germ. c. 12) ebenso ausser Anschlag wie die richtenden Götter des Nordens, welche durchaus keine blossen Gesetzesprecher sind.

Things geführt oder hat ihn erst der Kriegsgott angenommen? Es läge sehr nahe, zu sagen: der Beinamen setze voraus, dass es nothwendig wurde, das friedliche Amt eines vorzugsweise kriegerischen Gottes ausdrücklich zu betonen. Aber man braucht sich nur einige Beinamen von Göttern zu vergegenwärtigen, um zu sehen, dass eine solche Argumentation durchaus nicht Stich hält, dass keineswegs ein Gegensatz nothwendig ist, um einen Beinamen hervorzurufen, dass in dem Beinamen sich immer nur das Wesen der Gottheit auseinanderlegt, je nachdem es zweckmässig erscheint, die eine oder die andere Seite dieses Wesens hervorzuheben. Tius kann Things geheissen haben seit den uralten Zeiten, in denen der Name *thing* für die Volksversammlung aufkam.

Hiermit hätten wir den Tius Things, den *Mars Thingsus* erledigt, aber noch nicht den übrigen Inhalt der vorliegenden Inschriften. Wer sind die beiden *Alaesiagae* oder *Alaisiagae*, welche darin neben dem Mars und dem Mars Thingsus auftreten?

Leider weiss ich darüber keine sichere Auskunft zu geben. Leicht denkt man neben dem Kriegsgott an Walküren; auch ist es nicht ganz unmöglich, deutsche Etymologien für sie zu finden: ich will, was ich meine, obgleich ungern, anführen, um anderen Nachdenken zu ersparen; dabei aber nicht alle Möglichkeiten, die ich in Betracht gezogen, sondern nur die verhältnismässig wahrscheinlichsten erwähnen. *Al-aisia-gae* könnte zur Noth erklärt werden als die 'allgeehrte', wenn man aus dem Einen ahd. *êreôm* in den Gl. Ker. 109, 36 auf ein germ. *aizjâ-* 'die Ehre' schliessen darf. *Beda* könnte die personifizierte Bitte, d. h. auch Gebot, Befehl sein. *Fimmilena* zeigt eine ganz sonderbare Endung, mit der man sich als einer in ihrem Princip nicht völlig klaren Latinisirung abfinden könnte, wie man sich mit einem fränkischen Genitiv *Teudilane* (D'ARBOIS DE JUBAINVILLE, *Étude sur la déclinaison des noms propres dans la langue franque à l'époque Mérovingienne* p. 41) abfinden muss: die ahd. *a*-Declination lässt auf ein germ. *e* der starken Feminina schliessen, das im Nominativ der schwachen Feminina wiederkehrt und von da aus bei der Latinisirung in die obliquen Casus eingedrungen sein kann, falls es nicht auch in der wirklichen Sprache einmal grösseren Umfang besass. Wir würden demnach eine gotth. *Fimilô*, eine Bildung wie *mačilô*, *Rimilô* (Gramm. 3, 666), anzusetzen haben und dürften die Stammsilbe etwa an das altn. *finnr* 'geschickt, gewandt' anknüpfen, wobei das *mm* von *Fimmilena* Schwierigkeit, aber nicht unüberwindliche, macht: denn absolute Genauigkeit in der Unterscheidung doppelter und einfacher Liquiden ist nicht zu erwarten: kommen doch die Camminefaten auch mit Einem *n* vor (inschriftlich ein *Canonefas* CIL 6, 3203; für den

Vocal vergl. *Communitatum* Wilm. 2091; auf die *ala Canafatum* CIL 5, 5006 will ich mich nicht gerade berufen; s. die Stellensammlung bei VADERS De alis exercitus Romani, Halis Sax. 1883, p. 12); neben den *Matronae Vacallinae* stehen *Matronae Vacallinae*; und dem Chatten *Flanallus* CIL 3, 4228 (vergl. altñ. *flau* neutr. 'praecepitantia' BHALDORS. VIGF. und den ahd. Personennamen *Flan-beraht*, FÜRSTEM. 1, 408, sowie die Ortsnamen *Flanias-feld*, *Flanen-heim*, *Flaning-heim* ibid. 2, 563) gebürt gewiss nur Ein *l* der Ableitung. Schon vom Standpunkte der lateinischen Orthographie erklärt sich eine unorganische Verdoppelung namentlich des *m* sehr leicht.

Dem Befehl stünde dergestalt die geschickte Ausführung gegenüber, und die beiden Allgeehrten oder Ehre besitzenden und daher Ehre verleihenden (vergl. die *Matronae Alagabiae*, *Algabiae*, gleichsam Pandoren: KERN Germaansche woorden S. 6 f; SIMROCK in den Bonner Jahrb. 53, 177) wären zwar nicht Walküren, aber Göttinnen oder Genien der Disciplin, welche den Tius Things sehr passend begleiten würden: Ehre wird durch den zweckmässigen Befehl und dessen geschickte Ausführung erworben. Die Personification von Kriegsbegriffen belegt die von MÜLLENHOFF in SCHMIDT's Zs. 8, 249 und in der Zs. für deutsches Alterth. 11, 291 behandelte Essexische Genealogie (vergl. GRIMM Myth. 1, 172. 3, 74, wo aber nur auswärtige Analogien beigebracht werden). Es würde sich bei meiner Auffassung auch vollkommen gut erklären, dass die beiden mythologischen Frauen als ein Paar und unter Einem Namen zusammengefasst, gleichsam im Dualis auftreten.

Es sei endlich erwähnt, dass der bildliche Schmuck des ersten der beiden Altäre, welche die Inschriften an sich tragen, und eines dritten vielleicht dazu gehörigen Denkmals dieser Deutung wenigstens nicht widersprechen.

Der erste der beiden Altäre hat einen hohen giebelartigen Aufsatz und zeigt auf der rechten Seite (vom Beschauer) eine weibliche Figur in flachem Relief; 'eine auf der linken Seite entsprechende ist entweder heruntergemeisselt oder, vielleicht wegen der Aufstellung des Steines, nie gemacht worden'. Die Figur ist bekleidet und erhebt die rechte Hand. Hr. HÜBNER sieht in ihr die eine der beiden *Alaisiagae*.

Der zweite Altar, der die zweite Inschrift trägt, zeigt in dem spitzen Giebel des Kopfstückes eine Büste, wahrscheinlich männlich. Man denkt leicht an den Mars.

Das dritte mit den beiden anderen gefundene Denkmal ist ein halbrundes, bogenartiges Relief mit Sculpturen, wahrscheinlich das Frontstück einer Aedicula. 'In der Mitte ist in erhöhter Nische der Gott

Mars dargestellt, in der gewöhnlichen römischen Bewaffnung, mit Helm, Schild und Speer. Am Helm sind einige in der photographischen Aufnahme mir nicht verständliche herabhängende Verzierungen sichtbar, etwa wie eine mittelalterliche Helmdecke aussehend; vielleicht ist nur ein etwas grosser Helmbusch gemeint. Links vom Gott (vom Beschauer aus gesehen) sitzt ein Vogel, der sicher kein Adler, eher ein Schwan, allenfalls eine Gans sein kann.¹ So Hr. HÜBNER, der zugleich auf einen zweiten derartigen Vogel neben einen anderen, ebenfalls in Britannien gefundenen Mars hinweist. Hr. HÜBNER hält die Figur für den Mars Thingsus. Den Schwan wollen wir uns merken und weiter verfolgen; die Walküren als Schwäne fallen jedermann leicht ein: vielleicht zogen die Twianten, wenigstens in ihrer Heimat, unter Vorantragung eines Schwanbildes in die Schlacht.¹

Zu beiden Seiten unseres vermuthlichen Mars Thingsus, führt Hr. HÜBNER fort, 'sieht (oder besser sah) man zwei schwebende Figuren, von denen nur die eine vollständig erhalten ist, während von der anderen nur der Kopf und die rechte Hand erhalten sind. Offenbar aber waren sie ganz gleichartig, die eine nach rechts, die andere nach links gewendet. Die Figur erscheint auffälligerweise ganz nackt — aber vielleicht erscheint sie nur so; ein enganliegendes kurzes Gewand mag angedeutet gewesen, aber bei der Verwitterung des Steines nicht mehr deutlich erkennbar sein. In der erhobenen Linken tragen die beiden Gestalten etwas, das wie ein Schwert, oder ein Stab, oder auch ein Zweig aussieht; die herabhängende Rechte hält einen deutlichen Kranz. Kopfschmuck ist nicht erkennbar. Auch in diesen beiden Figuren wird man mit Wahrscheinlichkeit die *Alaesiagae* erkennen dürfen.'

Ist dies richtig (und nach der Ansicht der mir von Hrn. HÜBNER mitgetheilten Photographien wenigstens habe ich nichts dagegen einzuwenden), so stimmt die kranzhaltende Rechte zu der Ehre, welche die Göttinnen verleihen, die Stock und Schwert haltende Linke zur Disciplin, die sie repräsentiren. Auf dem ersten Altar vergleicht sich dann die erhobene, allerdings unbewaffnete Rechte mit der erhobenen Linken der eben besprochenen Figur: denn jene bekleidete Gestalt

¹ Vergl. MÜLLENHOFF *De antiquissima Germanorum poesi chorica* p. 13. MÜLLENHOFF machte mich in einem unserer letzten Gespräche darauf aufmerksam, dass die verschiedenen Bedeutungen des altn. *cé*, Heiligthum und Fahne, sich in der Anschauung vermitteln, dass eben die Heiligthümer, die Symbole der Götter, die Feldzeichen der Germanen waren: Chlodowech ist daher derjenige, der ein solches berühmtes Heiligthum oder der ein solches Heiligthum ruhmreich trägt; und daher ein rechter Heldenname.

steht rechts vom Beschauer, die anscheinend unbekleidete des dritten Denkmals befindet sich links vom Beschauer, die rechts vom Beschauer symmetrisch correspondirende, unvollständig erhaltene Figur des dritten Denkmals hat auch ihre Rechte erhoben.

So gut sich im allgemeinen alles zu fügen scheint, so möchte ich doch auf die vorstehenden Vermuthungen einstweilen noch nicht viel bauen: denn hartnäckiger Zweifel ist in solchen Dingen besser als vorschneller Glaube. Allerdings versichert mich anderseits Hr. ZIMMER, dass auch das Celtische keine festeren, ja so gut wie gar keine Anhaltspunkte biete. Zur Endung des Namens *Finnmilena* würden sich wohl Wörter wie *Belenus*, Βελενέσιον, *Ruteni* (ZEUSS-EBEL 772. 773) stellen; für das auffällende *F* könnte man auf ZEUSS. EBEL 76 verweisen: die Lautgruppe *-aisio-* in *Alaisiagae* dürfte an Bildungen wie *Bilcaisio*, *Gaisio* (ZEUSS-EBEL 29) erinnern. Aber das *g* in der Endung *-iag-* (*-ide-* ist häufig) wäre durch das vereinzelte und späte *Childriciagas* neben *Childriciacas* (ZEUSS-EBEL 807) schwach gestützt; und der Wechsel von *ai* und *ae* erklärt sich für das Germanische ebenso leicht wie für das Celtische: *ae* ist Latinisirung. Hrn. HÜBNER's Erinnerung an den Ortsnamen *Alesia* leidet, wie es scheint, an unüberwindlichen Schwierigkeiten, die er zum Theil schon selbst hervorhob: die Schreibung *Alaesia* oder *Alaisia* ist nicht nachgewiesen; auch *Matres* oder *Matronae* können die *Alaisiagae* nicht wohl sein, denn es kommt niemals vor, dass die Muttergöttinnen ausser ihrer jeweiligen Gesamtbezeichnung auch noch individuelle Namen führen, und sie treten niemals paarweise auf.

So ergibt sich vorläufig wenigstens auch von dieser Seite, dass wir mit der Möglichkeit germanischen Ursprungs der beiden *Alaisiagae* rechnen dürfen. Um wie viel sicherer würde ich urtheilen, wenn ich diese Untersuchung MÜLLENHOFF hätte vorlegen können! Wie lange wird es dauern bis wieder Jemand für die germanischen Namen sich den Takt und die Erfahrung erwirbt, die ihm seit Jahren zur Seite standen und ihn mit der Sicherheit eines Instinctes zum Wahrscheinlichsten leiteten!

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN

15. Mai. Gesamtsitzung.

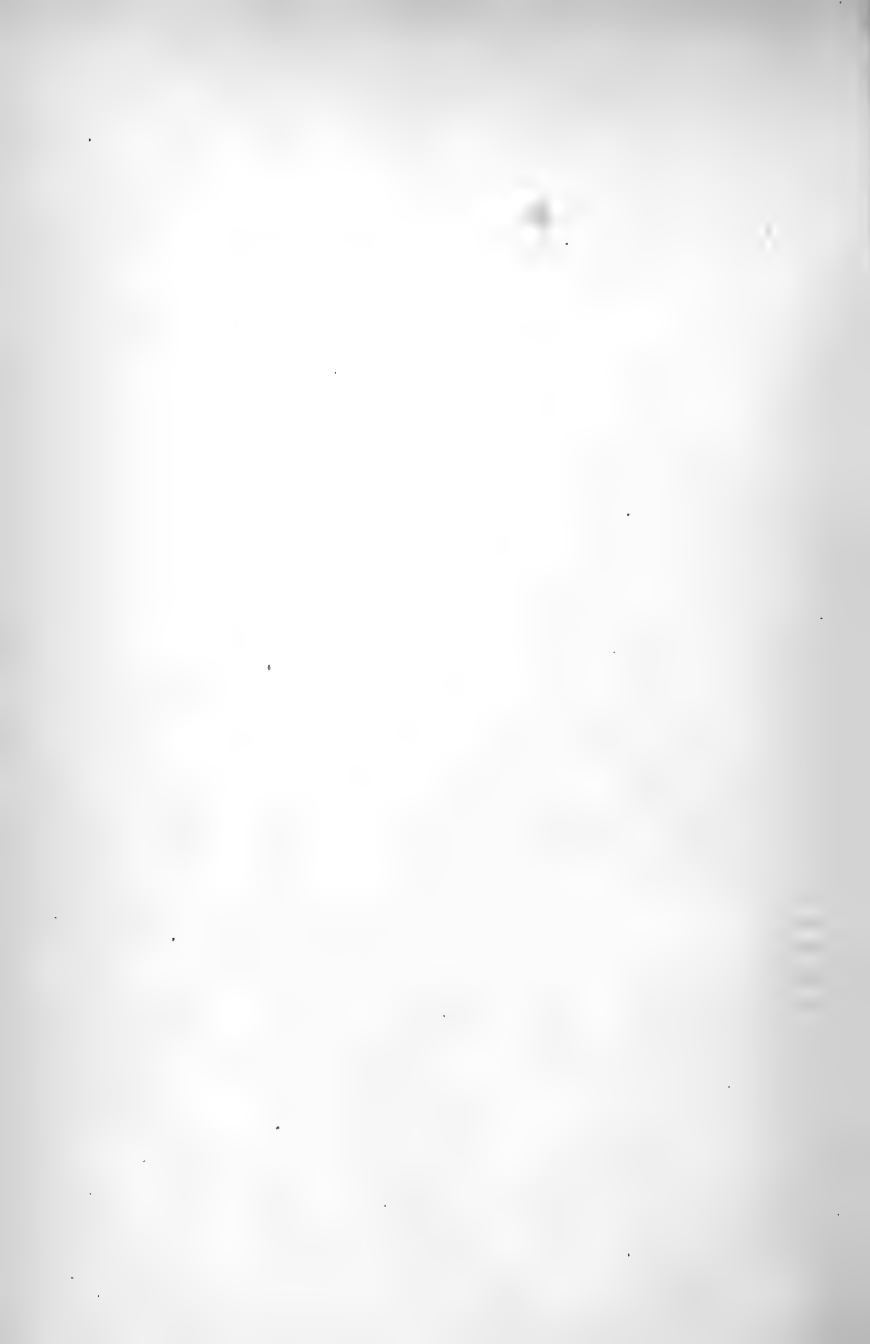
Vorsitzender Secretar: Hr. AUWERS.

1. Hr. EICHLER las die umstehend folgende Abhandlung über den Blütenbau der Zingiberaceen.

2. Hr. SIEMENS zeigte einen von ihm construirten Apparat zur Darstellung der Lichteinheit vor, welche von der soeben in Paris abgehaltenen Conferenz zur Bestimmung der elektrischen Maasseinheiten festgesetzt ist. Eine Beschreibung des Apparates folgt unten.

3. Die Akademie hat den Anträgen der vorberathenden Commission der Bopp-Stiftung entsprechend beschlossen, das dieses Jahr zum 16. Mai als dem Geburtstage Bopp's statutenmässig zu verwendende Stiftungserträgniss an die HH. Dr. COLLITZ in Halle und Prof. BARTHOLOMÄ ebendasselbst zu vertheilen. Dem erstern sind 900 Mark zur Unterstützung seiner wissenschaftlichen Arbeiten, dem andern 450 Mark zu dem besondern Zweck einer Studienreise nach Venedig zuerkannt worden.

4. Der Jahresband 1883 der »Abhandlungen« ist erschienen.



Über den Blütenbau der Zingiberaceen.

Von A. W. EICHLER.

Hierzu Taf. V.

Nachdem ich in einer grösseren Abhandlung »Beiträge zur Morphologie und Systematik der *Marantaceen*«, welche in den Sitzungen der mathematisch-physikalischen Classe vom 23. November 1882 und 19. Juli 1883 gelesen und sodann in den Abhandlungen dieser Akademie vom Jahre 1883 veröffentlicht worden ist, den Blütenbau der *Marantaceen* einer eingehenden Erörterung unterzogen habe, sei es gestattet, heute die nächstverwandte Familie der *Zingiberaceen* nach gleicher Richtung hin zur Sprache zu bringen. Es bietet nämlich auch in dieser Familie der Blütenbau einige Schwierigkeiten und Besonderheiten, die zu abweichenden Meinungen Anlass gegeben und bis jetzt noch keine definitive Erledigung gefunden haben.¹

Die Blüten der *Zingiberaceen* sind stets seitlichen Ursprungs in den Winkeln von Hochblättern. Sie bilden bald einfach botrytische (meist ähren- oder kopfförmige) Inflorescenzen oder durch Verzweigung der Nebenachsen Wickel in botrytischer Anordnung. Jede Blüte hat ausser dem Deckblatt noch ein Vorblatt von bald schuppen-, bald scheiden- oder sackförmiger Beschaffenheit; bei einfachem Blütenstande bleibt dasselbe steril, bei zusammengesetztem fungirt es als Deckblatt für die neue Verzweigung. Lässt sich seine Mediane sicher bestimmen, was in Fällen letzterer Art immer, bei sterilen Vorblättern aber nicht überall thunlich ist, so erscheint es in seitlicher Stellung, bald mehr, bald weniger nach hinten gerückt, doch nirgends wirklich adossirt.² In den successiven Gliedern der Wickel, wo solche

¹ Auch in meinen Blüthendiagrammen I. S. 169 ff. wurde hierüber ein abschliessendes Ergebniss nicht erzielt.

² Danach sind die Angaben in meinen Blüthendiagrammen l. c. sowohl für *Re-nalmia* (wo das Vorblatt steril und scheidenartig geschlossen ist), als für *Hedy-chium* (wo die Vorblätter fertil sind und einseitig offen) zu berichtigen. Auch ist die Partial-

vorkommen, fällt es natürlich abwechselnd nach rechts und links; in den einfachen Blüthenköpfen von *Costus Malortianus* Wendl., deren Brakteen nach $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{8}$ gestellt sind, finde ich es constant auf der anodischen Blüthenseite, bei anderen scheinen derartig feste Verhältnisse nicht zu bestehen.

Die Einzelblüthe (cf. Fig. 1 und 14) ist median-zygomorph, was sich besonders im Androeceum, minder prononcirt auch in der Blüthenhülle ausspricht. Letztere, epigynisch, wie im ganzen Verwandtschaftskreise der Familie, besteht aus zwei dreizähligen Cyklen, die wir als Kelch und als Krone bezeichnen wollen, obwohl sie häufig in der Färbung keine entsprechende Differenz zeigen und gleichmässig kronenartig ausgebildet erscheinen; beide sind bis zum Grunde von einander frei. Der Kelch (k in den Figuren) steht nach $\frac{2}{1}$, die Krone nach $\frac{1}{2}$ zur Abstammungsaxe, jener stellt sich gewöhnlich als eine dreizählige Röhre oder einseitig (meist vorn) geschlitzte Scheide dar, die Krone ist unterwärts röhrig und geht dann in drei freie Abschnitte auseinander. Von diesen deckt regelmässig das unpaarig-hintere die beiden vorderen, von denen wieder der eine, gewöhnlich der, welcher dem Vorblatte gegenüberliegt, über den anderen hinweggreift; der hintere Abschnitt pflegt zugleich die beiden vorderen, unter sich gleichen, an Grösse, namentlich an Breite, mehr oder weniger, oft erheblich, zu übertreffen. Wir wollen denselben als Petalum 1 bezeichnen und von den beiden vorderen denjenigen, welcher dem Vorblatt gegenüberliegt und gewöhnlich, wie wir sahen, auch der äussere ist, als Petalum 2, den andern als Petalum 3 (in den Figuren mit p_1, p_2, p_3 bezeichnet).

Das Androeceum entspringt im Kronenschlunde, mit bald freien, bald am Grunde in verschiedener Art verwachsenen Theilen. Nur eins seiner Glieder ist fruchtbar ausgebildet, die übrigen stellen petaloide Staminodien dar. Früher hat man letztere wohl auch als Innenkronen bezeichnet; doch wollen wir uns nicht damit aufhalten, die schon vor mehr als fünfzig Jahren dargelegten Gründe zu wiederholen, welche ihren Staminalcharakter darthun. Das fruchtbare Staubblatt (st in den Figuren) steht vor Petalum 1 und hat eine introrse, im Unterschied von den Marantaceen symmetrisch-dithecische Anthere, die mit kräftigem, zuweilen petaloid verbreitertem (*Costus*, *Kaempferia*, Fig. 1) oder, wie bei *Zingiber*, *Cyphostigma*, *Curcuma*-Arten und ander-

Inflorescenz von *Hedychium* nicht als Fächer, sondern als Wickel aufzufassen; überdies ist durch ein Versehen das Diagramm Fig. 100 für *Hedychium Gardnerianum* WALL. angegeben, während es für *H. coronarium* KOEN. gilt (bei *H. Gardnerianum* sind die Wickel nur zweiblühig).

wärts, in ein blumenblattartiges Anhängsel auslaufendem Connectiv versehen ist. Von Staminodien ist überall mindestens eins vorhanden, das sogenannte Labellum (*lab* in den Figuren), das median nach vorn, zwischen die Petalen 2 und 3 gestellt, dem Kronenschlunde aber mit derart breiter Basis inserirt erscheint, dass letztere auch noch den Raum vor jenen Petalen selbst einnimmt. Dies Labell ist gewöhnlich der ansehnlichste Theil der ganzen Blüthe, gross und breit, zuweilen von eigenartiger Färbung, oft ausgerandet oder zweilappig (Fig. 1), wohl auch dreilappig mit grösserem, abermals ausgerandetem Mittelstück (*Zingiber officinale* u. a.), nicht selten am Rande wellig und gekerbt und dergl. mehr; in der Knospe greifen seine Ränder stets um das fertile Stamen und gewöhnlich auch noch um einander herum (cf. Fig. 2—4), bei *Globba* und *Mantisia* ist es mit dem Filament ein Stück verwachsen und sub anthesi an demselben heruntergeschlagen.

Auf diese beiden Gebilde, Stamen und Labell, bleibt in manchen Fällen das Androeceum beschränkt (*Costus*, *Anomum* u. a., Fig. 4); in andern kommen dazu noch zwei Staminodien, die wir wegen ihrer Stellung rechts und links zu den beiden ersteren, als »Flügel« bezeichnen wollen (*fl* in den Figuren). Ihre genaue Insertion ist über den beiden hintern Kelchtheilen; doch zeigen sie insofern Verschiedenheit, als sie bei einem Theil der Gattungen ausserhalb von Labell und Stamen eingefügt sind und diese beiden Theile in der Knospe bedecken (*Curcuma*, *Kaempferia* u. a., Fig. 2), während sie bei *Hedychium* zwar mit ihren Hinterrändern um das Stamen herumgreifen, mit ihren Vorderändern jedoch sich vor das Labellum schieben und also von diesem bedeckt werden, ein Verhalten, das sich schon an der Insertionsstelle wahrnehmen lässt (Fig. 3). Im Übrigen sind die Flügel bald von ansehnlicher petaloider Entwicklung (*Curcuma*, *Kaempferia*, *Hedychium* u. s. w., Fig. 1), bald auf kleine Zähne reducirt, wie bei *Zingiber*, *Alpinia* u. a.¹; bei *Mantisia* stellen sie schmale, lange, fast rankenartige Zipfel dar, welche dem Filament des fruchtbaren Stamens noch über das Labellum hinaus angewachsen erscheinen, während sie bei der nächstverwandten *Globba* in Form ovaler Lappen am Kronenschlunde stehen bleiben, wo sie auch bei *Hedychium*, *Kaempferia* u. a. ihre Stelle haben.

Es bleibt noch das Gynoeceum zu betrachten. Der Regel nach besteht dasselbe aus drei Carpellen, die in normaler Art mit den drei Kelchtheilen gleichgestellt sind; nur bei *Tapeinocheilus* kommt nach Miquel's Abbildung (Ann. Mus. Lugd. bat. IV. t. 4) ein dimeres Ovar bei sonst dreizähliger Blüthe vor. Einige wenige Gattungen haben

¹ Derartige Zähne zeigen keine regelmässige, oft gar keine Deckung mit den Nachbartheilen.

Parietalplacenta (*Globba*, *Mantisia* und die mir nicht aus Autopsie bekannten monotypischen Genera *Guillainia* Vieill. und *Hemiorchis* Kurz, nach BENTHAM-HOOKER); die meisten bilden complete Scheidewände mit axiler Placentation. Ovula immer zahlreich in zwei oder mehreren Längsreihen pro Placenta (Fig. 1, *ov.*), ana- oder hemitrop, mit zwei Integumenten. — Der Scheitel des Ovars wird zunächst von einem einfachen Griffel gekrönt, der sich meist nach rückwärts biegend dem Filament des fruchtbaren Stamens anlegt, in eine Rinne zwischen den beiden Antherentheken aufgenommen wird und hiernach mit einer Narbe endigt, deren verschiedene Gestalten sowohl morphologisch wie systematisch nicht ohne Interesse, doch hier nicht weiter zu verfolgen sind. Ausserdem trägt der Ovarscheitel für gewöhnlich noch einen Nektarienapparat, der bald ein hohes, die Griffelbasis rundum einschliessendes, unregelmässig gelapptes Drüsenpolster darstellt, bald in Gestalt zweier distincter, kürzerer oder längerer, mitunter fast fädlicher Drüsen entwickelt ist, welche alsdann immer rechts und links nach vorn stehen und den Griffel, den sie jedoch dabei nicht selten halb umfassen, nach hinten drängen (Fig. 1, *dr.*). Fehlen der epigynen Drüsen begegnet nur bei *Costus* und den Abbildungen nach auch bei *Tapeinocheilus* und *Cienkoowskia*; bei ersterer Gattung erscheint hierfür der Blüthengrund mit einem dichten Haarpelz erfüllt, in welchen sich der Nektar aus einem Complex grosser, vielfach gewundener Septaldrüsen ergiesst, die bei den andern Gattungen fehlen.¹

Die Abweichungen der *Zingiberaceen*blüthe von dem gewöhnlichen 3 + 3zähligen Monocotylen-Schema betreffen nach dem Vorstehenden wesentlich nur das Androeceum, alles übrige ist normal. Vom Androeceum sind es aber wieder nur die petaloid verbildeten Theile, welche zu Meinungsverschiedenheiten Anlass geben können und gegeben haben; beim fruchtbaren Stamen ist gemäss seiner Lage vor Petalum 1 niemals Zweifel gewesen, dass es dem inneren Kreise eines ursprünglich 3 + 3zähligen Grundplans angehöre.

Die älteste, mir bekannte Erklärung rührt von ROB. BROWN her². Derselbe nahm an, Labellum und Flügel bildeten den äussern Kreis,

¹ Der Ovardurchschnitt von *Cienkoowskia aethiopica* Schwf., in SCHWEINFURTH's Beitrag zur Flora Aethiopiens Tab. I Fig. 7, zeigt oberhalb der Fächer ein circumscriptes eiförmiges Gebilde, das möglicherweise eine innere Drüse vorstellt, die dann freilich von den Septaldrüsen bei *Costus* und den *Marantaceen* sehr verschieden wäre.

² ROB. BROWN, Prodr. Fl. Nov. Holl. (1810) p. 305; desgl. Notes and observations of Indian plants, London 1830—2 (Miscell. bot. works vol. II. p. 550). — In der erstgenannten Schrift wurden allerdings Labell und Flügel noch als innere Krone bezeichnet.

das fruchtbare Stamen und die beiden epigynischen Drüsen den innern; letztere wären somit als verkümmerte Staubgefäße anzusehen, das Labellum als ein einfaches Blatt (Fig. 5). Derselben Ansicht begegnen wir dann späterhin auch bei KÖRNICKE, HORANINOW, LE MAOUT et DECAISNE¹ u. a., nur dass man theilweise, wie z. B. KÖRNICKE, die epigynen Drüsen nicht für verbildete Staubgefäße, sondern eher für verbildete Griffel halten wollte, wonach denn vom innern Staminalkreis nur das fertile Staubblatt entwickelt wäre.

Zu einer andern Auffassung wurde LESTIBOUDOIS geführt, dem wir sehr eingehende Untersuchungen über die ganze Scitamineengruppe verdanken. Nachdem er zuerst in einer Abhandlung über *Hedychium* vom Jahre 1829 und in einer zweiten über *Globba* (richtiger *Alpinia*) vom Jahre 1830² zu demonstrieren gesucht hatte, dass der äussere Staminalkreis durch das Labell, der innere durch das Stamen und die Flügelblätter repräsentirt werde, äusserte er sich elf Jahre später, in einer Abhandlung über den Blütenbau der gesammten Scitamineen, wie auch der Orchideen³, dahin, dass der innere Kreis gebildet werde vom Stamen und dem Labell, das seinerseits aus den beiden vorderen Gliedern dieses Kreises zusammengesetzt sei (Fig. 6), während der äussere Kreis entweder völlig unterdrückt oder nur mit den beiden Flügelblättern entwickelt werde, das dritte Glied könnte indess vielleicht auch im Labell stecken. — Dieselbe Ansicht reproducirte später VAN HALL auf vergleichende Beobachtungen hin⁴; PAYER und BAILLON fanden sie durch die Entwicklungsgeschichte, VAN TIEGHEM durch das Verhalten der Gefässbündel bestätigt.⁵

Der Angelpunkt der ganzen Frage liegt offenbar im Labell, ob dasselbe ein einfaches Blatt ist, wie R. BROWN wollte, oder aus zweien zusammengesetzt, wie LESTIBOUDOIS annimmt. Ist es einfach, so muss es wegen seiner Alternanz mit den Petalen 2 und 3 dem äussern Kreise angehören, der dann durch die beiden Flügelblätter, wo solche vorhanden sind, completirt würde (Fig. 5); ist es doppelt, so gehört es dem innern Kreise an, der dadurch vollzählig wird, während der äussere auf die beiden Flügelblätter beschränkt bleibt (Fig. 6).

Nach dem äussern Ansehen ist die Frage nicht schlechthin zu entscheiden. Zwar spricht die Breite des Labells, seine häufig zwei-

¹ KÖRNICKE, Monographiae Marantacearum Prodrum, Moskau 1859 und 1862; HORANINOW, Prodrum Monographiae Scitaminearum, St. Petersburg 1862; LE MAOUT et DECAISNE, Traité général de botanique (Paris 1865) p. 556, nach dem Diagramm.

² Annales des sciences natur. I. Ser. vol. 17 p. 113 ff. und vol. 20 p. 302 ff.

³ Ann. Sc. nat. II. Ser. vol. 15 p. 305 ff. und vol. 17 p. 205 ff. (1841 und 1843).

⁴ VAN HALL, Observations de Zingiberaceis, Leiden 1858.

⁵ PAYER, Organog. comp. de la fleur (1857) p. 674 t. 144; BAILLON, Adansonia XI p. 204 ff. tab. 12 (1876); VAN TIEGHEM, Anat. comp. de la fleur (1871) p. 138.

lappige Beschaffenheit, mit welcher sich oft auch eine zweiseitige Nervatur verbindet, und seine breite, vor den Petalen 2 und 3 sich hinziehende Insertion zu Gunsten der Duplicität; allein man weiss und kann speciell am Labellum der benachbarten *Orchideen* sehen, wie sehr auch ein einzelnes Blatt sich zu compliciren vermag. Von grösserem Gewicht erscheinen die von PAYER und BAILLON beigebrachten Daten der Entwicklungsgeschichte¹; nachdem Kelch und Krone angelegt wurden, erscheint zuerst das fertile Staubblatt als Höcker vor Petalum 1, und sodann zwei Anlagen von Pet. 2 und 3, simultan unter einander, die anfangs völlig getrennt, nachher mitsammen verwachsen und das Labellum bilden².

Hiernach könnte man eigentlich die Sache für entschieden halten, PAYER's und BAILLON's Beobachtungen als correct vorausgesetzt³; doch sind gleichwohl noch einige Punkte vorher in's Reine zu bringen, welche der Entwicklungsgeschichte zum Trotz Zweifel an der Richtigkeit der Auffassung erwecken.

Zunächst kommen hier gewisse teratologische Fälle in Betracht, wie sie von ARTH. GRIS, KÖRNICKE und auch von BERG beschrieben worden sind. GRIS⁴ fand bei *Zingiber Zerumbet* Rosc. halb oder ganz pelorische Blüten, bei welchen im Falle grösster Regelmässigkeit drei fruchtbare Stamina über den Petalen, und drei blumenblattartige Staminodien in einem äussern episepalen Kreis entwickelt waren (Fig. 7, 8). Indem nun GRIS das median-vordere Staminodium des äussern Kreises mit dem Labellum gleich setzt, muss er die beiden accessorischen Stamina des innern Kreises für Neubildungen ansehen, ebenso wie im äussern Kreise die beiden Flügelstaminodien, die in der normalen Blüthe jener Art nicht entwickelt sind. Es ist jedoch auch eine andere Deutung möglich. Wenn nämlich das Labell ein Doppelorgan vorstellt und dem innern Kreise angehört, so wird dadurch, dass sich in der Pelorie jede seiner Hälften fruchtbar und zugleich selbständig entwickelt, das Verhalten der Fig. 7 und 8 bezüglich des innern Kreises zu Stande gebracht werden; der äussere Kreis aber wäre in allen Theilen eine Neubildung. Dafür kann geltend gemacht werden, dass, wie GRIS selbst hervorhebt, das vermeintliche Labell

¹ PAYER studirte *Alpinia nutans*, BAILLON hauptsächlich *Zingiber officinale*.

² Es ist dies also eine Bestätigung der Deutung von LESTIBOUDOIS, und wenn sich BAILLON in entgegengesetztem Sinne äussert, so kann er nur die älteren Publicationen jenes Autors gemeint haben.

³ Zur Nachuntersuchung hatte ich leider noch keine Gelegenheit, einestheils, weil die Zingiberaceen in unseren Gewächshäusern zu spärlich blühen, und sodann, weil die Blütenknospen gewöhnlich schon zu weit entwickelt sind, wenn man sie überhaupt an der Pflanze bemerkt.

⁴ Ann. des sc. nat. IV. Ser. vol. 11 (1859) p. 265 ff. tab. 3.

der Pelorie dem der normalen Blüthe durchaus nicht gleicht, sondern vielmehr den beiden (neugebildeten) Flügeln, nur dass es noch schmaler ist als diese (Fig. 7, 8); es erscheint dadurch als ein reducirtes Glied des äusseren Kreises, was damit übereinstimmt, dass es in der normalen Zingiberaceenblüthe stets unterdrückt ist, während die beiden Flügel doch häufig zur Ausbildung gelangen.

Ein zweiter, in Fig. 10 dargestellter Fall von *Zingiber Zerumbet*, in welchem zwei Flügelstaminodien entwickelt waren, ohne sonstige Veränderung der Blüthe, beweist für die Natur des Labells so wenig, wie diejenigen Zingiberaceenblüthen, bei welchen jene Staminodien normal vorhanden sind; der Fall Fig. 9 aber, in welchem auf der einen Seite des Labells ein fertiles Stamen und zugleich ein petaloides Flügelblatt sichtbar sind, die in der normalen Blüthe fehlen, lässt sich dahin auffassen, dass nur die eine Hälfte des Labells fertil ausgebildet wurde, die andere in gewöhnlicher Form. Die Figur allerdings, welche das Labell im Grundriss zeigt, scheint dieser Deutung zu widersprechen: allein sie ist wohl nicht ganz correct, resp. durch vorgefasste Meinungen beeinflusst. Eine solche Beeinflussung zeigt deutlich auch das Diagramm einer halbpelorischen Blüthe von *Zingiber roseum* Rose. auf der Tafel von *Zingiber officinale* in BERG und SCHMIDT'S »Darstellung u. s. w. der officinellen Gewächse«; im Grundriss wird ebenfalls, wie bei GRIS, ein Staubblatt innerhalb des unveränderten Labellums dargestellt, die nichtschematische Zeichnung des Androeceums aber (Fig. 11) zeigt das Stamen am einen Rande des bedeutend reducirten Labells und lässt sich ohne Weiteres durch fertile Umbildung der einen Hälfte jenes Organs verstehen. — Diese Bildungsabweichungen insgesamt lassen sich also nicht zur Unterstützung der R. BROWN'schen Theorie von der Zingiberaceenblüthe verwenden; sie können vielmehr, oder doch mindestens ebenso wohl, für die LESTIBOUDOIS'sche Deutung geltend gemacht werden.

Ein Punkt in dem BERG'schen Falle bedarf noch einer besonderen Besprechung. Von den in der normalen Blüthe zu zweien vorhandenen epigynen Drüsen war in jener Halbpelorie nur eine entwickelt, die andere — angeblich die mit dem neuen Stamen correspondirende — fehlte. BERG urtheilt hieraus, diese Drüse sei zu einem Stamen umgebildet worden, die Drüsen hätten daher wirklich, wie R. BROWN wollte, die Bedeutung von Staminodien. Trotzdem halte ich eine solche Auffassung für unzulässig. Die Theile des Androeceums, ob fruchtbar oder staminodial, stehen bei den *Zingiberaceen*, wie schon VAN HALL hervorgehoben (l. c. p. 25), stets im Schlunde der Blumenkrone, weit vom Blüthengrunde entfernt; die Drüsen haben hingegen auf dem Ovarscheitel ihren Platz und sind ohne allen Zusammenhang

mit der Blumenkrone: das neue Stamen in dem BERG'schen Falle steht aber ebenfalls im Kronenschlunde (s. Fig. 11). Dass gleichzeitig die correspondirende Drüse fehlt, erscheint daher als ein irrelevantes, wenngleich eigenthümliches Zusammentreffen; es ist im Übrigen die einzige Beobachtung dieser Art. — Was nun die Drüsen eigentlich vorstellen, darauf werden wir unten nochmals zu sprechen kommen.

Auch bei *Hedychium* sind Bildungsabweichungen in der Blüthe beobachtet worden, welche gegen die LESTIBONDOIS'sche Auffassung Verwerthung fänden. Sie kommen nicht selten bei den in unsern Gärten cultivirten Arten *Hedychium Gardnerianum* Wall. und *H. thyrsiforme* Sm. vor; die genauere Beschreibung eines einschlägigen Falles findet sich bei KÖRNICKE.¹ Das Labell theilt sich tiefer, als in der normalen Blüthe, zuletzt bis zum Grunde, und dabei tritt zwischen den beiden Hälften, innerhalb derselben, ein besonderes, schmäleres Blättchen auf. In einem besonders hübschen Falle dieser Art, den ich unter A. BRAUN's nachgelassenen Manuscripten finde, stellt sich die Blüthe dar wie in Fig. 12. Das Labell ist in zwei völlig gesonderte Stücke zerlegt, das neue Blättchen zwischen ihnen zeigt die Beschaffenheit der Flügel. KÖRNICKE, der das Labell für ein einfaches Glied des äussern Kreises hält, sieht hierin (resp. in dem von ihm dargestellten ähnlichen Falle) eine Dreitheilung dieses Blatts; man wird dem aber schwerlich beipflichten, wenn man die völlige Selbständigkeit, die Insertions- und Gestaltverhältnisse der drei bezüglichen Theile, wie sie Fig. 12 zeigt, in's Auge fasst. Plausibler ist hier jedenfalls die Vorstellung, dass das Labell, ursprünglich doppelt, in seine zwei Hälften auseinander gegangen und das Mittelblatt als Neubildung hinzugekommen sei. Es besteht aber darin eine Schwierigkeit, dass das Mittelblättchen (das in der normalen Blüthe nicht entwickelt ist) nach jener Vorstellung im äusseren Kreise angenommen werden muss, während es hier in Fig. 12, wie auch in dem von KÖRNICKE dargestellten Falle, innerhalb der Labellhälften steht.

Über diese Schwierigkeit lässt sich nicht anders hinauskommen, als durch die Annahme einer Verschiebung. Das scheint freilich recht willkürlich, wird sich auch ontogenetisch nicht beweisen lassen. Denn erstens handelt es sich um Ausnahmsvorkommnisse, die sich der entwicklungsgeschichtlichen Beobachtung entziehen; zweitens dürfte, von andern Erfahrungen aus zu urtheilen, die Stellung auch bei Anlage der Organe nicht anders sein, als im fertigen Zustand. Wir werden uns daher mit einem blossen Wahrscheinlichkeitsbeweise begnügen müssen. Ein solcher aber wird durch *Hedychium* selbst

¹ Monogr. Marantac. Prodr. II. Theil S. 9.

geliefert; die Flügelstaminodien nämlich, welche unbestritten dem äussern Kreise angehören und bei den übrigen Gattungen, in denen sie überhaupt vorkommen, in der Knospe auch Stamen sowohl als Labell bedecken, greifen hier bei *Hedychium* nur um ersteres herum, werden hiergegen vom Labell gedeckt (s. Fig. 3, auch Fig. 12 bei f_1 und f_2). Sie sind also, so zu sagen, nur mit den Hinterrändern im äusseren Kreise geblieben, mit den Vorderrändern haben sie sich nach innen geschoben. Denken wir uns die Ursache, welche diese Verschiebung bewirkte, in derselben Richtung (also nach vorn hin) weiterschreitend, so wird das accessorische Blatt, das in der Mediane der Blüthe steht, gänzlich nach innen gelangen. In den oben beschriebenen Pelorien von *Zingiber*, wo die Flügelstaminodien mit beiden Rändern im äusseren Kreise blieben, kam auch das sechste (median-vordere) Staminalblatt ausserhalb des Labells, resp. aussen von dessen Umwandlungsproducten zur Entwicklung (Fig. 7, 8).

Das Verhalten von *Hedychium* wäre hiernach eine Art Obdiplotemonie.¹ Bekanntlich ist solche bei den Dicotylen häufig; bei den Monocotylen würde sie hier zum erstenmale constatirt werden.² Da sie sich bei *Hedychium* kaum anders als durch Verschiebung der beiden Staminalkreise erklären lässt, so kann dies eine Unterstützung für die gleiche Annahme auch bei den Dicotylen liefern, eine Annahme, die bereits ČELAKOVSKY gemacht und der ich in meinen Blüten-diagrammen II. S. XVIII ebenfalls das Wort geredet habe.

Es lässt sich noch fragen, ob jenes sechste Staminalblatt, das wir in den Antholysen von *Hedychium* sowohl, als in den Pelorien von *Zingiber* zur Entwicklung gelangen sahen, nicht etwa auch in der normalen Blüthe vorhanden, nur mit dem Labell völlig verschmolzen sein möchte. Hierüber könnte wesentlich nur die Entwicklungsgeschichte Auskunft geben; in den von PAYER und BAILLON beschriebenen Fällen aber war von diesem Blatte nichts in der Anlage wahrzunehmen. Da auch äusserlich gewöhnlich nichts bemerkt wird, was auf dasselbe hindeutete — gelegentlich findet sich jedoch in der Ausrandung des Labells ein Mittelzahn, nicht selten z. B. gerade bei *Hedychium Gardnerianum*, dem auch die Fig. 12 angehört — so dürfte in der Mehrzahl der Fälle völlige Unterdrückung jenes Blattes anzunehmen sein.

¹ „Eine Art“ insofern, als die beiden Flügelstaminodien doch mit den Hinterrändern noch im äusseren Kreise stehen.

² Die von ČELAKOVSKY (Flora 1875 S. 502) hervorgehobenen Beispiele von *Asphodelus* und *Triglochin* sind insofern nicht ganz gleichartig, als hier nicht die beiden Staminalkreise, sondern die beiden Kreise der Petalen und äusseren Stamina die Verschiebung erfahren; doch wäre es dem Wesen nach dieselbe Erscheinung.

Wir halten nach allem Vorstehenden die Bedenken und Einwände, welche gegen LESTIBOUDOIS' (zweite) Auffassung der Zingiberaceenblüthe erhoben worden sind, oder nach dem Stand unseres Wissens in diesem Gebiete erhoben werden könnten, für beseitigt und betrachten als festgestellt, dass der innere Kreis des Androeceums sich zusammensetzt aus dem fertilen Stamen und dem aus den zwei andern Gliedern des Quirls verwachsenen Labell, während der äussere Kreis entweder völlig fehlt oder nur mit den beiden hinteren Gliedern (den Flügeln) entwickelt ist. —

Von Theilen der Blüthe, über welche die Ansichten auseinandergingen, wurden oben noch die epigynen Drüsen namhaft gemacht. Dass sie keine rudimentären Staubgefässe sein können, wie R. BROWN wollte, habe ich bereits gezeigt; sie sind aber auch für Stylodien, d. i. verkümmerte Griffel angesprochen worden (LESTIBOUDOIS, KÖRNICKE u. a.). Dies ist aber ebenfalls nicht zulässig. Der Griffel bildet sich, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt (conf. PAYER und BAILLON), aus den Gipfeln aller drei Carpell, hat auch drei mit diesen correspondirende Gefässbündel, einen dreischenkligen Längscanal (conf. Fig. 2—4 bei *gr*) und mitunter eine dreilappige Narbe; die Drüsen können daher nicht aus den Endtheilen zweier der drei Fruchtblätter hervorgegangen sein. Sie sind vielmehr nichts weiter, als Gewebewucherungen des Ovarscheitels zum Zweck der Nektarsecretion. Wie bei solchen Apparaten gewöhnlich, entstehen sie (nach PAYER und BAILLON) erst spät, lange nach Anlegung aller übrigen Theile. Stellen sie, wie es häufig der Fall, zwei distincte Körper dar, so befinden sie sich über den beiden vordern Scheidewänden des Ovars; hierin zeigen sie eine gewisse Beziehung zu den sogenannten Septaldrüsen. Dieselbe äussert sich denn auch darin, dass bei *Costus* statt epigyner Drüsen solche in den Septen (im obern Theil des Ovars) auftreten; die Drüsen werden gewissermaassen in die Scheidewände zurückgezogen, ein Verhalten, das bei den nächstverwandten *Cannaceen* und *Marantaceen* constant wird. Hier sind sie allerdings, wie auch bei *Costus*, in sämtlichen drei Scheidewänden des Ovars vorhanden; dass sie bei Epigynie nur über den beiden vordern Scheidewänden stehen, mag daher rühren, dass der Platz über dem dritten Septum von dem, über der Basis sich nach hinten biegenden oder auch gleich an seiner Ursprungsstelle excentrisch nach hinten gerückten Griffel eingenommen wird.

Die Drüsen erreichen bei manchen Arten die Länge eines halben Zolls und darüber; in dem schon oben nach anderer Richtung hin besprochenen Ausnahmefall von *Hedychium thyrsiforme*, den KÖRNICKE beschrieben hat, war eine derselben sogar über den Kronenschlund

hinaus zu einem langen, fädlich-keuligen Körper vorgezogen. Für eine Drüse allerdings ungewöhnlich; doch wird sie dadurch weder als Staminodium, noch als Stylodium legitimirt.

Vergleichen wir nunmehr die Structur der Zingiberaceenblüthen, wie wir sie im Vorstehenden erkannt haben, mit den nächstverwandten Familien, zuvörderst den *Marantaceen*. Dazu ist vor allem erforderlich, dass wir die Blüthen zu ihren Abstammungsaxen richtig orientiren. Hierin ist vordem allgemein gefehlt worden und sowohl die vergleichenden Diagramme von LESTIBOUDOIS, als von LINDLEY, VAN HALL und selbst dem genauen KÖRNICKE sind in dieser Hinsicht — von sonstigen Differenzen in der Construction der Blüthe abgesehen — irrtümlich. Bei den *Zingiberaceen* nun stehen die Blüthen einzeln in den Achseln der Hochblätter; bei ihnen ist daher die Orientirung ohne Weiteres so gegeben, wie Fig. 14 es zeigt. Die *Marantaceen* hingegen tragen die Blüthen paarweise in den Hochblattachseln (Fig. 15), und jedes Paar stellt, wie ich in meinen »Beiträgen zur Morphologie und Systematik der *Marantaceen*« dargethan habe, eine Cyma vor mit steriler (dabei häufig unentwickelter) Primanaxe. Gegen letztere müssen demnach die Einzelblüthen orientirt werden, um sie mit denen der *Zingiberaceen* vergleichen zu können; in Fig. 13 ist die linke Blüthe eines Paares von *Maranta arundinacea* auf diese Art dargestellt. Als dann aber ergibt der Vergleich mit Fig. 14 eine auffallende Übereinstimmung. Nicht nur, dass Vorblatt und Blütenhülle sich beiderseits in der nämlichen Orientirung darstellen, sowie dass von der Corolle der erste Abschnitt median nach hinten, der zweite dem Vorblatt gegenüber steht (dies bei den *Marantaceen* constant, bei den *Zingiberaceen* als Regel), sondern es zeigt auch das fruchtbare Stamen beiderseits die nämliche Position median nach rückwärts; es entsprachen den beiden Hälften des *Zingiberaceen*-Labells bei den *Marantaceen* jene zwei Staminodien, die wir l. c. als Kapuzenblatt (*k*) und Schwielenblatt (*sc*) bezeichnet haben, und den beiden Flügelstaminodien in der *Zingiberaceen*blüthe zwei eben solche in der gleichen Orientirung bei *Maranta*; das sechste Stamen aber, median nach vorn im äusseren Kreise, ist in beiden Familien unterdrückt. Und weiter: wie bei den *Zingiberaceen* Stamen und Labell, also die Glieder des inneren Kreises stets vorhanden sind, so ist dies auch, mutatis mutandis, bei den *Marantaceen* der Fall; und wie die Flügelstaminodien des äusseren Kreises bei vielen *Zingiberaceen* verkümmern oder ganz ausbleiben, so begegnet das Gleiche unter den *Marantaceen* bei *Stromanthe* und gewissen *Calatheen* (aus der Gruppe von *Monostiche*) mit beiden Flügeln, bei

Thalia, *Ischnosiphon* und der grösseren Hälfte von *Calathea* nur mit einem. Die Übereinstimmung ist somit eine sehr vollkommene; die Differenzen bestehen im Wesentlichen nur darin, dass bei den *Marantaceen* das fertile Stamen bloß halbseitig fruchtbar und demnach mit einer halbirtten Anthere ausgestattet, auf der anderen Seite dagegen petaloid verbildet ist, sowie, dass die beiden anderen Glieder des inneren Staminalkreises frei bleiben und in ihrer Gestalt sehr von einander verschieden sind.

Auch in der Entwicklungsgeschichte besteht eine grosse Ähnlichkeit. In beiden Familien bildet sich vom Androeceum der innere Kreis zuerst, da er die grössere Constanz und ansehnlichere Entwicklung besitzt, und von seinen drei Gliedern erscheint wieder das fertile Stamen als das vollkommeneren am frühesten. Während aber bei den *Zingiberaceen* die beiden Labellhälften gleichzeitig unter sich in die Erscheinung treten, wird bei den *Marantaceen* das mit Petalum 2 correspondirende Kapuzenblatt früher angelegt, das Schwielenstaminodium über Petalum 3 zuletzt.

Es ist einleuchtend, dass diese nahe Übereinstimmung sehr zu Gunsten der Deutung spricht, welche wir mit LESTIBOUDOIS vom Androeceum der *Zingiberaceen* gegeben haben. Allerdings bestanden auch bezüglich der *Marantaceen* Zweifel, insbesondere von Seiten der Entwicklungsgeschichte; doch sind dieselben durch meine neuerlichen Untersuchungen beseitigt worden, so dass man von den *Marantaceen* als von einer sicheren Basis ausgehen kann. Wollte man bei den *Zingiberaceen* R. BROWN's Deutung acceptiren, so würde zwischen beiden, so nahe verwandten Familien eine grosse Kluft entstehen; der innere Staminalkreis, der bei den *Marantaceen* stets vollzählig ist, würde bei den *Zingiberaceen* stets reducirt sein und dafür der äussere Kreis bevorzugt, der bei den *Marantaceen* eine constante Reduction zeigt, bis zum völligen Fehlen.

Die hervorgehobenen Differenzen in der Blütenorganisation der beiden Familien stehen nun in augenscheinlichem Zusammenhang mit den Unterschieden der Inflorescenz. Bei den *Zingiberaceen* haben wir in den Hochblattachsen Einzelblüthen, bei den *Marantaceen* Blütenpaare; hier wie dort besteht, jedenfalls aus biologischen Gründen, eine »Tendenz« zu medianer Zygomorphie; somit wird bei den *Zingiberaceen* die Einzelblüthe median zygomorph, bei den *Marantaceen* das Blütenpaar. Die Einzelblüthen der Paare geben hiernach ihre Eigensymmetrie auf, zu Gunsten einer gemeinsamen. Dabei wird, soweit als thunlich, in der Doppelblüthe der *Marantaceen* wieder die Organisation der Einzelblüthe der *Zingiberaceen* zu erreichen getrachtet. Die Halbantheren im Blütenpaare der *Marantaceen* vereinigt gedacht, geben eine median

nach hinten gestellte vollständige Anthere; die petaloide Umbildung und grössere Ausladung des Androeceums erfolgt hauptsächlich nach der gemeinsamen Vorderseite, in der Einzelblüthe also auf der vom Vorblatt abgekehrten. Dorthin richtet sich die Petalisation der zweiten Staminalhälfte, dort erscheint das erste der beiden innern Staminodien (das Kapuzenblatt), dort hat das Flügelstaminodium des äusseren Kreises, wenn nur eins entwickelt wird, seine Stelle. Einer weitergehenden Verähnlichung der Blütenpaare der *Marantaceen* mit den Einzelblüthen der *Zingiberaceen* steht die sonstige Organisation im Wege; doch kann vielleicht noch hervorgehoben werden, dass, wo bei den *Marantaceen* auch die oberen Flügelblätter entwickelt werden, dieselben vereinigt gedacht eine Figur zu Stande bringen würden, welche das grosse obere Petalum der *Zingiberaceen* oder in gewissen Gattungen das petaloide Connectivanhängsel im Ungefähr nachahmt.

Diese ganze »Mimicry« kann allerdings bloss da biologisch wirksam sein, wo bei den *Marantaceen* beide Blüten der Paare sich gleichzeitig entfalten. Dies ist nun zwar häufig, aber doch nicht immer der Fall; wo letzteres zutrifft, erscheint die Einrichtung zwecklos. Im Übrigen ist sie gegenüber den *Zingiberaceen* als eine Complication, eine gesteigerte Theilung der Arbeit zu betrachten; es sind daher, wenigstens in Bezug auf die Blütenorganisation, die *Marantaceen* phylogenetisch höher zu stellen, als jene erstere Familie, die ihnen sonst allerdings zunächst anzureihen ist.

Eine Mittelstufe zwischen *Zingiberaceen* und *Marantaceen* bildet, wie in anderer Hinsicht,¹ so auch bezüglich des Blütenbaues, die Gattung *Canna*. Ihre Blüten stehen gewöhnlich zu zweien in den Hochblattachsen, bilden aber nicht Paare von der Art der *Marantaceen*, sondern zweiblühige Wickel, wie sie auch bei manchen *Zingiberaceen* (z. B. *Hedychium Gardnerianum*) vorkommen. Die Orientirung der Blüten ist aber eine andere, als bei den *Zingiberaceen*. Betrachten wir zunächst die Primanblüthe.² Sie hat ihren Kelch nicht nach $\frac{2}{1}$ gestellt, sondern nach $2|1$; das unpaare ist das genetisch erste Kelchblatt und fällt constant nach rechts, dem stets links befindlichen Vorblatt diametral gegenüber. Somit kommen die Petala, sowie die Glieder des inneren Staminalkreises nach $1|2$ zu stehen; das ge-

¹ So z. B. in den Blättern, denen die Articulation unter der Spreite fehlt, welche den *Marantaceen* eigenthümlich, den *Zingiberaceen* fremd ist, während die constante Rechtsrollung der Spreiten in der Knospe, wodurch *Canna* charakterisirt wird, wohl bei vielen *Marantaceen*, doch nirgends unter den *Zingiberaceen* vorkommt. Auch im Ovar zeigt sich eine Mittelstellung: die vieleiigen Fächer hat *Canna* mit den *Zingiberaceen*, die Septaldrüsen mit den *Marantaceen* gemeinsam.

² Vergl. dazu meine Blüthendiagramme I S. 172, sowie den Aufsatz über *Canna* in der Botan. Zeitung 1873 No. 12 ff.

netisch erste Petalum sowie das ihm superponirte fruchtbare Staubblatt liegen rechts nach hinten. Man erhält die ganze Orientirung, wenn man sich das Diagramm Fig. 14 um $\frac{1}{6}$ rechts herum gedreht denkt. Eine Medianzygomorphie ist nunmehr in der Blüthe nicht zu Stande zu bringen: es tritt eine ähnliche Veränderung ein, wie bei den *Marantaceen*. Die nach abwärts gerichtete Hälfte des fertilen Staubblatts wird petaloid und die beiden andern Glieder des inneren Kreises, die nun nicht mehr symmetrisch einander gegenüberstehen, bilden sich ungleich aus. Das vordere wird dabei labellartig, wenn auch nicht so breit wie das, ja aus zwei Gliedern bestehende Labell der Zingiberaceen; das links seitliche wird flügel förmig. Das Schema des innern Staminalkreises gestaltet sich also wie hier:

$fl \begin{smallmatrix} st \\ \diagdown \\ lab \end{smallmatrix}$, wenn wir die in den Figuren unserer Tafel gebrauchten

Buchstaben anwenden. Vom äussern Kreise wird oftmals nur ein Glied entwickelt und zwar zwischen Stamen und Labell, wo es auch bei den *Marantaceen* auftritt, wenn nur eins entwickelt wird. Hier bei *Canna* steht es nunmehr dem Flügelblatt des innern Kreises symmetrisch gegenüber und nimmt denn auch dieselbe flügelartige

Beschaffenheit an wie dies $\left(fl \begin{smallmatrix} st \\ \diagdown \\ lab \end{smallmatrix} fl \right)$. Bei manchen Arten kommt

dazu noch das zweite Staminodium, das wir bei den *Zingiberaceen* im äusseren Kreise sahen; es liegt, wie dort, auf der dem ersten gegenüberliegenden Seite des Stamens und nimmt bei *Canna* ebenfalls

die Gestalt eines Flügelblattes an $\left(fl \begin{smallmatrix} st \\ \diagdown \\ lab \end{smallmatrix} fl \right)$. Das sechste Glied des

Androeceums jedoch, das dem fertilen Stamen diametral gegenüber befindliche des äusseren Kreises, kommt auch bei *Canna*, ebenso wie bei den *Zingiberaceen*, normal nicht zur Ausbildung.

Denken wir uns jetzt das Labell von *Canna*, kapuzenförmig, das Flügelblatt des inneren Kreises schwielenartig ausgebildet, so ist die *Marantaceen*blüthe gegeben. Nur wird die Orientirung der Einzelblüthe wieder wie bei den *Zingiberaceen* (cf. Fig. 13), unter Vergesellschaftung der Blüthen zu Paaren in der oben geschilderten Weise.

Die gepaarten Blüthen der *Marantaceen* sind, wie wir wissen; antidrom und daher symmetrisch zu einander; in den Wickeln von *Canna* sind sie homodrom und ebenbildlich gleich. Doch sollte man hier zufolge des Wickelwuchses, wie er sich aus der Vorblattstellung ergibt, ebenfalls Antidromie erwarten. Worin mag diese so auffallende und geradezu ohne Analogon dastehende Abweichung ihren Grund haben? Vielleicht darin, dass sich bei *Canna* die zweite Blüthe

sehr viel später öffnet, als die erste, während bei den *Marantaceen* die Entfaltung in den einzelnen Blütenpaaren ganz oder nahezu gleichzeitig erfolgt. Es fällt unter diesen Umständen der Grund zu einer symmetrischen Ausbildung mit der ersten Blüthe hinweg und es mag für die zweite Blüthe vorthellhafter erscheinen, ihre Theile den besuchenden Insecten in der nämlichen Lage darzubieten, wie es bei der ersten, nunmehr verwelkten, der Fall war. Für mehr als eine blosser Idee (die ich übrigens schon früher einmal angedeutet habe, s. Botan. Zeitung 1873 S. 231) will ich dies jedoch nicht ausgeben; eine sachgemässere Erklärung kann ich zur Zeit nicht liefern.

Erscheinen nach allem Vorstehenden die drei Gruppen: *Zingiberaceen*, *Cannaceen* und *Marantaceen*, so nahe mit einander verwandt, dass man sie ohne sonderlichen Zwang in die nämliche Familie stellen, die *Marantaceen* als modificirte *Zingiberaceen* betrachten könnte und die *Cannaceen* als Übergang, so ergiebt der Vergleich mit der letzten Abtheilung der Seitamineenreihe, den *Musaceen*, eine tiefere Kluft. Wenigstens im Baue des Androeceums. Gerade das median hintere Staubblatt, das bei jenen ersteren Gruppen stets fertil entwickelt ist, wird bei den *Musaceen* fast ausnahmslos steril oder ganz unterdrückt; und die fünf vorderen Stamina, die bei den *Zingiberaceen*, *Cannaceen*, *Marantaceen* stets steril und theilweise unterdrückt werden, sind bei den *Musaceen* überall vollzählig und fruchtbar. Hierbei zeigt sich im Kreise der *Musaceen* noch die Besonderheit, dass das median hintere, sterile oder abortirte Staubblatt bei *Heliconia* dem äussern, bei den übrigen Gattungen dem innern Kreise angehört, während in den drei andern Gruppen, wie wir sahen, das fertile Stamen stets in dem innern Kreise, vor dem genetisch ersten Petalum gelegen ist. Es lassen sich aus diesem allem Anhalte zu einer schärferen systematischen Umgrenzung und Charakteristik der einzelnen Seitamineen-Abtheilungen gewinnen; doch verzichte ich für jetzt darauf einzugehen.

Figurenerklärung.

Fig. 1. Blüthe von *Kaempferia ovalifolia* Rosc., zergliedert (nach ROXBURGH, Plants of the coast of Coromandel t. 278; an andern, lebend untersuchten Arten bestätigt).

Fig. 2. Querschnitt durch den obern Theil der Blütenknospe von *Curcuma Roscorana* Wall.; Flügelblätter ausserhalb des Labells.

Fig. 3. Querschnitt durch die Blütenknospe von *Hedychium coronarium* Koen., dicht oberhalb des Schlundes; Flügelblätter innerhalb des Labells.

Fig. 4. Querschnitt durch den obern Theil der Blütenknospe von einer *Renealmia* aus Caracas (leg. Gollmer), Flügelblätter auf kurze, in dem Schnitt nicht sichtbare Zähne reducirt.

Fig. 5. Grundriss des Zingiberaceen-Androeceums nach R. BROWN's Auffassung.

Fig. 6. Das nämliche nach der (spätern) Auffassung von LESTIBOUDOIS.

Fig. 7. Pelorie von *Zingiber Zerumbet* Rosc.

Fig. 8. Diagramm des Androeceums aus derselben.

Fig. 9 und 10. Diagramme des Androeceums von andern abnormalen Blüten des *Zingiber Zerumbet*, Erklärung im Text S. 591.

(Fig. 7—10 nach GRIS in Ann. sc. nat. IV. Ser. vol. 11 t. 3).

Fig. 11. Abnormales Androeceum von *Zingiber roseum* Rosc., ausgebreitet, von innen. Die eine Hälfte des Labells hat sich fruchtbar ausgebildet. Nach BERG und SCHMIDT, Darstellung etc. der officinellen Gewächse t. XXXIV b. Fig. V).

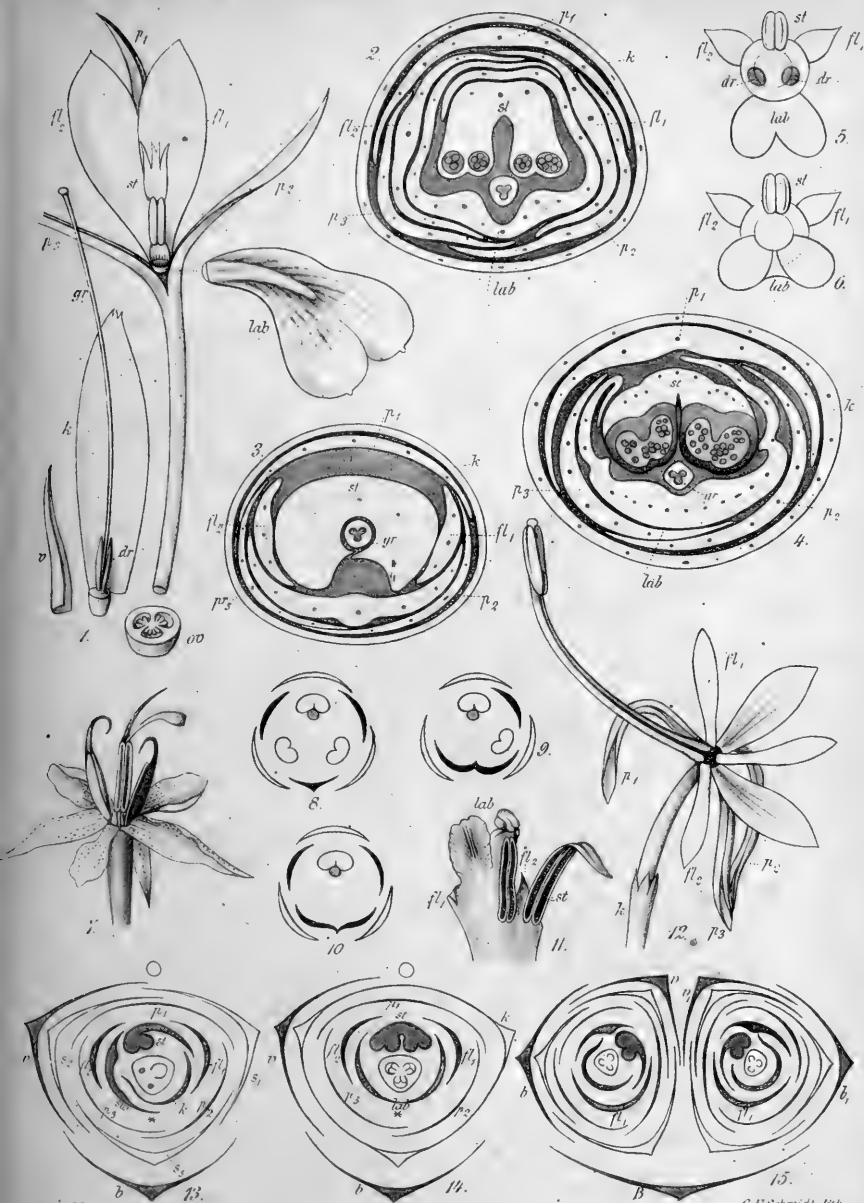
Fig. 12. Blüthe von *Hedychium Gardnerianum* Wall., bei welcher das Labell in seine zwei Componenten zerlegt ist, mit einem dritten Flügelblättchen zwischen denselben. (Nach einer Handzeichnung von A. BRAUN.)

Fig. 13. Diagramm einer linken Einzelblüthe von *Maranta*; Specialbraktee *b* (die bei *Maranta* selbst nicht ausgebildet wird) ergänzt, Vorblatt *v* nach *Maranta arundinacea*.

Fig. 14. Diagramm der Blüthe von *Kaempferia* (s. Fig. 1); passt auch für *Curcuma* (Fig. 2), und andere Zingiberaceen.

Fig. 15. Diagramm eines Blütenpaares von *Calathea* (in der Hauptsache auch für andere Marantaceen gültig). Specialbrakteen und Specialvorblätter der einzelnen Blüten nach *Calathea Baraquiniana* Rgl.

Bedeutung der Buchstaben: *K* Kelch im Ganzen; *s*₁ *s*₂ *s*₃ die einzelnen Sepala in ihrer genetischen Folge; *p*₁ *p*₂ *p*₃ die drei Petala (Kronlappen), ebenfalls nach ihrer genetischen Folge; *st* fruchtbares Staubgefäss; *lab* Labellum; *fl*₁ *fl*₂ die beiden Flügelstaminodien; *k* in Fig. 13 das kapuzenförmige, *sw* das schwielige Staminodium; *ov* Ovarium; *dr* epigyne Drüsen; *gr* Griffel; *b* Deckblatt, *v* Vorblatt von Einzelblüthen; *B* in Fig. 15 Deckblatt eines Blütenpaares.





Über eine Einrichtung zur Darstellung der von der Pariser Conferenz zur Bestimmung der elektrischen Einheit angenommenen Lichteinheit.

VON WERNER SIEMENS.

Die internationale Conferenz zur Bestimmung der elektrischen Einheiten, welche kürzlich in Paris tagte, hat unter Anderem auch beschlossen, als Lichteinheit die Menge des Lichtes anzunehmen, welche von einer Fläche von 1 cm^2 geschmolzenen Platins ausgeht, welches in Erstarrung begriffen ist. Sollte diese Einheit eine praktische Bedeutung erhalten, so war es nöthig, eine einfache, leicht verwendbare Einrichtung zu treffen, um vergleichende Messungen mit ihr an beliebigen Orten ausführen zu können. Es schien diese Aufgabe besonders durch den Umstand sehr erschwert, dass das Platin beim Schmelzen leicht Kohle, Silicium und andere Stoffe aufnimmt, wodurch seine Schmelztemperatur wesentlich erniedrigt wird.

Der kleine Apparat, welchen ich der Akademie hier vorlege, entspricht eigentlich der Definition der Lichteinheit, wie sie in Paris festgesetzt ist, nicht ganz, da er die Lichtmenge, die von schmelzendem, und nicht die, welche von erstarrendem Platin ausgeht, angiebt. Es ist aber wahrscheinlich, dass diese Differenz bei chemisch reinem Platin sehr klein ist. Die Einrichtung basirt auf der Schmelzung eines sehr dünnen Platinbleches durch den galvanischen Strom. Das Blech ist in einem Metallkasten eingeschlossen, welcher dem vom glühenden Bleche ausgehenden Lichte nur den Austritt durch ein Loch von 0.1 cm^2 Querschnitt gestattet, welches demselben nahe gegenübersteht. Die Wände des Loches sind conisch und das Platinblech überragt dasselbe nach allen Seiten. Im Augenblicke des Schmelzens des Platinbleches tritt daher aus dem Loche eine Lichtmenge von 0.1 der Lichteinheit.

Durch langsame Vermehrung der Stromstärke kann man bewirken, dass der Augenblick des Schmelzens des Bleches erst eintritt, nachdem man das Gleichgewicht der Beleuchtung mit der zu messenden Lichtquelle genau festgestellt hat. Nach vorläufigen Messungen ist die Lichtmenge, welche im Augenblick des Schmelzens vom Apparate ausgeht, nahe gleich 1.5 englischen Normalkerzen. •

Ausgegeben am 22. Mai.

1884.

XXVII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

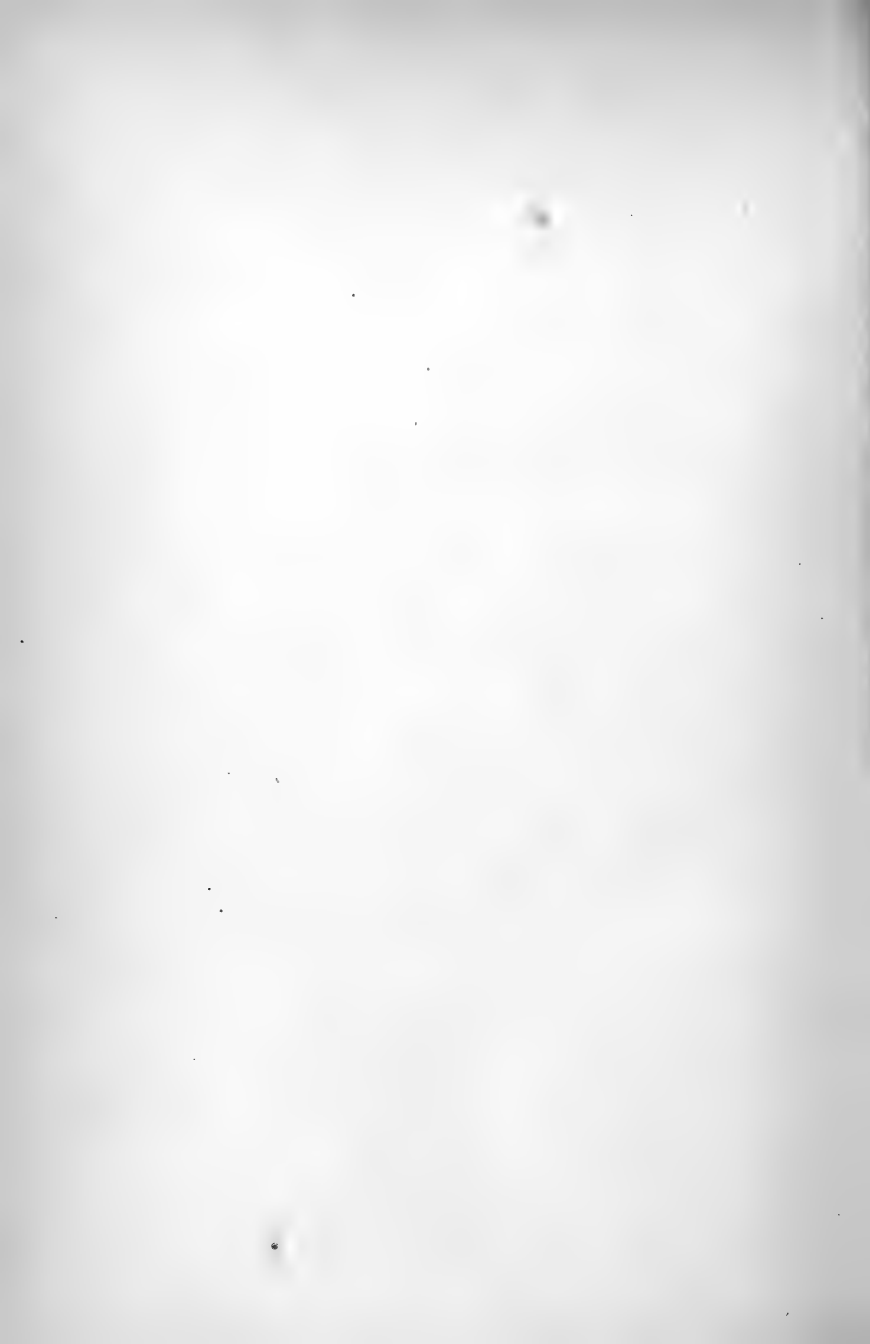
29. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. CURTIUS.

1. Hr. DROYSEN las: Friedrich des Grossen Trois lettres au public.

Die Mittheilung wird in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen.

2. Hr. SCHERER las über Beda und Fimmilena und ihre Beziehung auf das Bodthing und Fimelthing der Friesen. (Nachtrag zu S. 580 ff. dieser Sitzungsberichte.)



Die Berliner Handschrift des Huon d'Auvergne.

Von A. TOBLER.

(Vorgetragen am 8. Mai [s. oben S. 569].)

Unter den Handschriften der HAMILTON'schen Sammlung, die im Jahre 1882 für den preussischen Staat erworben worden ist, stellt sich die in dem provisorischen Kataloge mit No. 337 bezeichnete, gegenwärtig (mit vielen anderen durch malerischen Schmuck sich auszeichnenden) den hiesigen Königlichen Museen überwiesene als identisch heraus mit einem Buche der merkwürdigen Sammlung FEDERIGO GONZAGAS, deren 1407 aufgesetztes Verzeichnis im 9. Bande der Romania durch BRAGHIROLI zum Abdruck gebracht, durch P. MEYER und G. PARIS kommentiert und seitdem wiederholt besprochen worden ist. Was dort von No. 21 gesagt ist: »UGO DE ALVERNIA. *Incipit: Attens de mais quant furent li preel. Et finit: En sont sant regne. Continet cart. 83*« trifft in der That für das Berliner Manuskript vollkommen zu, wie sich aus folgender etwas eingehenderen Beschreibung ergibt.

Die Pergamenthandschrift hat Folioformat, 38 Centimeter Höhe auf 27 Breite. Wir finden zunächst fünf Lagen von je vier Doppelblättern, dann eine Lage von einem Doppelblatt; darauf folgen fünf Lagen von vier Doppelblättern, hierauf ein einzelnes Blatt und ein Doppelblatt, im ganzen somit 85 Blätter; es sind aber Blatt 42 und Blatt 85 ganz leer, so daß der Text nur 83 Blätter einnimmt. Selbst diese sind nicht ganz gefüllt: Blatt 41 hat auf der Rückseite, während sonst die zwei Spalten jeder Seite je 37 Zeilen enthalten, eine erste von 38, eine zweite aber von bloß 34 Zeilen, und die Rückseite von Blatt 84 weist überhaupt nur eine einzige Kolumne und in derselben bloß 18 Zeilen auf. Da auch die erste Seite nicht wie die übrigen zweimal 37 Zeilen giebt, sondern in ihrem obern, durch eine üppige Initiale großenteils in Anspruch genommenen Teile dem Text zehn Zeilen weit nur eine Kolumne gönnt und erst dann ihn zwei Spalten von je 16 Zeilen bilden läßt, so ergibt sich eine Gesamtzahl von 12194 Zeilen (ungefähr 1100 weniger als nach A. GRAFS Angaben im Giorn.

di fil. rom. I 92 die Turiner Handschrift zu enthalten scheint). Der untere Rand jeder Seite ist sehr breit und hat häufig Malereien aufgenommen, die jeweilen ihn in seiner ganzen Höhe, dagegen nicht in seiner vollen Breite füllen. Solcher Malereien zähle ich vor der Lücke (Blatt 42) 35, hinter derselben 41. Dazu kommt der malerische Schmuck der ersten Seite, der, soweit er menschliche Figuren zur Darstellung bringt, in Bezug zum Texte stehen mag, mir freilich nicht recht verständlich ist, im übrigen aber am obern Rande dreimal das nämliche Wappen, vermutlich das des ersten Besitzers, bringt: der Schild ist in sechs gleich breite horizontale Streifen geteilt, die abwechselnd Gold- und schwarze Farbe zeigen, dergestalt daß erstere die des obersten, letztere die des untersten Streifens ist; es ist, wie mich ein Kenner versichert, das Wappen der Marchesen von CEVA in Piemont.

Der Anfang des Gedichtes lautet: *Al tamps de may / quand furent (sic) li prael, der Schlufs:*

*Ici finist le romans de loiaus quens huon.
Vos qui laueç oy diex uos face perdon.
E moy qui lay ci ferit non face obliefon.*

was ungefähr zu dem Schlusse der Turiner Handschrift (bei GRAF, a. a. O. 109) stimmt. Es schliessen sich aber daran in der Berliner Handschrift folgende wichtige Verse:

*Por la deu grace / et dou ber saint martin.
Deferiure auons / eist liure treit afin.
Mille · CCC · XL · cornit / les ans dou fir diuin.
En un martdi / en lore de matin.
Ce fu del mois de julli / tretot fans nul termin.
Que comencee fu loure / a honor saint augustin.
In mille · CCC · XLI · / fu compie tote la fin.
En un sabadi / que parut le jor ferin.
Et fu del mois daurille / que flori sunt li jardin.
Nicolaus trombeor / fuç au maistre lafranchin.
Fist la scripture / etot le istoires a fin.
Cil que deu recoille / quant uenra pres de sa fin
En son saint regne / o chante li kerubin.*

Amen. am. amen.

Hier haben wir, was das Verzeichnis der Handschriften F. GONZAGAS als Schlußworte des Buches angab, hier aber auch das wertvolle Zeugnis, daß die Schreiber- und Malerarbeit NICCOLÒ TROMBATORES, des Sohnes des Meisters LA[N]FRANCHINO, schon 1341 vollendet wurde, grade hundert Jahre früher als die des Schreibers, dem wir den 1441 zu Ende gebrachten Turiner Text verdanken, früher wohl auch als die Paduaner Handschrift entstanden ist, die GRION im Propugnatore II 2, 305 der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts zuweist.

Mit dieser Turiner Handschrift hat die unsere im Gegensatze zu der von CRESCINI im Propugnatore XIII 2 beschriebenen Paduaner

zweierlei gemein: sie enthält nur das zweite der Gedichte, die in dieser vereinigt sind, und sie weist eine Lücke auf, wo die Paduaner von der Belagerung Auvergnés durch den König meldet. Wie sich auch dieser Mangel erklären mag, jedenfalls war er von NICOLAUS bemerkt, und er hoffte wohl, demselben würde sich noch abhelfen lassen; denn eben an der Stelle, wo der Zusammenhang der Erzählung unterbrochen ist, hat er die zweite Spalte von Blatt 41 v^o nicht bis unten gefüllt und ein ganzes Blatt leer gelassen. Die durch die Lücke getrennten Stücke lauten wie folgt:

41 v^o a]

LE dolor de ses plaies li feit grant maus.
 La lune basse et lieue li folaus.
 Mes. Sandins. et Ruçer. e larcineusque faus.
 E morant. et henri. si disoient entrans.
 Se por nos non feit miracle le fir celestiaus.
 James nen reueromes le magne imperiaus.
 E pues se mist au chemin dementant ses trauaus.
 Tot le ior caminent ja ne troue hostaus.
 Quil non mençoit ren ne trouoit nafaus.
 Home ni fame ueilart ni iouençaus.
 Ne cieture fors qe bestes e ofiaus.
 De ioste une gastine la nuet prent son oftaus.
 Por la faim qoit heue zafchuns foi iete auaus.
 Ne li fu drais de foie de porpre ni de cendaus.
 Afor la terre et laire comunaus.

v^o b]

La nuit couçoit par de for lerbe drue.
 Autre lit ne stoit ne tapes destendue.
 Ancor li stoit la paine plus cresue.
 Endroit la mie nuit est laire corumpue.
 Qar le ciel trouble elair part colorue.
 Dor e daçur et de fu par qe foie partue.
 Aualent foudres e graolent menue.
 Pluie etempeste si com nos auons leue.
 Que non celloit trofque laube parue.
 Ne demandes barons quil noit mester eue.
 Se de ceus dolor et paine oit cestor sentue.
 Meruoille est qua cefchuns nest larmie partue.
 Mais ne poit estre qa diex noit pleue.
 La tormente se part ele temps se remue.
 Le soliaus est leues sa clarte oit rendue.
 Por la çampagne enuirs tot spandue.
 Quant ibarons oit la calor sentue.
 En ienoillons sunt ensamble metue.
 Enuers diex ont lor mains tendue.
 Mout dousemans le mercie et salue.
 Memento nos domine car mester nos oit eue.
 Secundum magnam misericordiam tue.
 E quant dou saume est glorie diue.
 Bati sa coupe al çamins sunt metue.
 Regretant et plurant ce qe li ert auenue.***

Weiteres folgt auf dem Blatt nicht.

Bl. 43 r^oa]

A l lendemain quant fu messe oie.
 Le quuens dauerngne ni se ueut tarder mie.
 Le fir apelle de la cite antie.
 Aueque lui la noble baronie.
 Segnor dit il la uestre compagnie.
 Meitoit leifer dont li quuer matendrie.
 Si non me fust retreit acordie.
 E non feisse enuers mon fir hosdie.
 No men alasse par nulle manentie.
 Trop ma delite la uestre saincte uie.
 Que non useç entre uos tricherie.
 Par moy oureç la uestre proierie.
 A celuy diex qui tot nos a embailie.
 Que il men uoie dont ie ay desirie.
 Non portant bien moy tiegne asotie.
 Quant uoy querant regne de diable.
 Se plus uesquille qe non fist ieremie.
 Non torneray mes ama signorie.
 Si posibile ert tant qe ayge fornie.
 Moie ambasee en la grant tenebrie.
 O ie moray que nuls de mal en die.
 Je uos merci de la grant cortesie.
 Quant uos mauç iceste nief guarnie.
 De pain befeuit et por cial la blie.
 Par un an et plus or en fuy bien garnie.
 Diex uos en rande par moy bone merie.

r^ob]

E Ntor le quuens fu grant li ploreis.
 De cheualier de dame de ioune et de floris
 Tadeus qui ert de la uille baillis.
 Plorant li prant por mi laubers treillis.
 Loiaus hom frere bien mais li quuer ravis.
 Quant aler uous entant cruans peis.
 Quil nala home qui fust mes uis.
 Imposibile ert bien le conte li eferis.
 Deus toy conseut come as bone fis.
 Plus non fay dir luy ait de toy mercis.
 Vne rien di nel tenir a stoltis.
 Quant auras passe entre cil mont altis.
 Plus non tronerai ia home de char uis.
 Ja non trouerai iardin ni broil floris.
 Fors que liopart lions e ors ardis.
 Serpant uermine grant oïfel uoleis.
 Si moy creis nen cuit qe fust le pis.
 Que laiseç ci celuy destrir de pris.
 Que tant ert bon et estoit de grant pri .
 Le mauues beste leuos aura oncis.
 Deu proieray e saincte genetris.
 Que ambdos uos gart qe non soieç oncis.
 Foy que ie doy ale saintet esperis.
 De piete mas tant le cors espris.
 Que dolant fuy quant onques ça uenis.

Vgon biaux frere mel bon carnal amis.
 Grace te don cil qui fu crucifis.
 Que toy reuoge ancor sans et heitis.
 Que ancor troue tot ce qi as enquis.
 Le cuer mel dit fin fuy certain efis.
 Grant mereuolle par un tiel cum tu is.
 Fera por toy le fir dou pareis.
 Si non quidasse qua deu tu forfeis.
 O toy uenisse tant fuy uoluntaris.
 Soul uois aler par non estre repris.
 Vgon respont diex uos en ait meris.
 Le nef Johans ses braç au col li mis.
 Vgon le baïsse et dit tadeu iantis.
 Da toy fi part li hom auenois.
 Qe plus toy aim qe frere ni cõis.
 Proie por moy le fire yh'u cris.
 Moy laist complir tot ce dont fuy entremis.
 A cestuy mot prist le destrer de pris.
 Mist luy la corde de la nef for le pis.
 E por le frain le maine le marquis.
 Apres la riue de leue de tigris.

Um eine Handschrift noch etwas besser kennen zu lehren, deren Inhalt ohne Zweifel noch manche Frage veranlassen wird, und eine Vergleichung mit den zwei anderen bisher bekannten zu ermöglichen, lasse ich hier ein paar weitere Stücke in Abschrift folgen; zunächst dasjenige, das dem durch RENIER, la Discesa di Ugo d'Alvernia allo Inferno, Bologna 1883, S. XXXIII—XXXVII und S. 1—8 nach den Manuskripten von Padua und von Turin abgedruckten entspricht:

61 r° a]

DE foe proiere se lieue le quens hue.
 Plore des oil et de sa main leue.
 Pois regarda por mi, laual herbue.
 Desot un aubre don la foille est cheue.
 A loy de pelegrin la ert une ombre creue.
 A une cote bisse empluse leu rompue.
 Le çapel de son cef non uaut une latue.
 Les oil petit cum obscure veue.
 La boce lee dentaure cornue.
 Auerfer samble que denfer soit descendue.
 De soç la laide chiere lune des main apue.
 Cum lautre cigne et tient la boce mue.
 Vgon li uit por li non si remue.
 Pois dist auant sainte marie aue.
 Ja hom si contrefait non uit en ma venue.
 Seigne son uis et puis il dit et hue.
 Forme dom uoy non fay se fu nafue.
 Alor saprosme ala uiste plouue.
 E dist que fais en la lande perdue.
 Is home noir o fantasme aparue.
 Je toy coniuir dapart le trois uertue.
 Ce ert per siuç espirit qui en .l. fol diex ne mue.
 Que noixir no me puisse ma foy ay prometue.

r° b]

Le pelegrin respont quoit la parolle oue.
 Home non fuy ni de çarn repleneue.
 De lalte glorie fu ma primere infue.
 Por la male penſee que fu uers diex mone.
 Fumes deuaille et del regne chaue.
 Le cont lentant dotance en oit eue.

DOte le quiens cil dit nauoir foigne.
 Je non fuy poissant qe anuls mal te iongne.
 La compagne di moy uoiremant ti bifogne.
 Tot ce que uais quिरant ſay ge bien ſainç efogne.
 Por la longe ſofraite al bien uencue la pogne.
 Ore vien auech moy et non auoir uergogne.
 Por le nos creator outu ta foy aplogne.
 Non ay poor for toy de mal ſer fogne.
 El conuient que toy demaine dauant li grant demogne.
 Ou tu poras ueoir li mondans et li mongne.
 Giances diuerſes daluerne et de guafcogne.
 Que por lor grant pechieç le ciel dador ſefloigne.
 Et dir le ton uoloir acil qe ſi reſoigne.
 Por la toe uenne et nel tenir mençogne.
 Dapart le roy karillon. que iuſtiſe bergogne.
 Alor respont li cons ia damnides non dogne.
 Que tiel compaigne aige en ciſt beſogne.

v° a]

DI ua diſt li faus angle di moy donc que ferais.
 Je ſay de ton aſere tot le bon el maluais.
 Si muer par ton deſet paine en porterais.
 Ja ſunt il pluſor iors que tu rien ni guſtais.
 Eſploite donc ta uoie pues que bon conduit ais.
 E ferais ta ambasee epuis ten tornerais.
 A la gient de toe terre ancor biſoingn aurais.
 Il ſofront grant ſofraite nel tenir pas a gais.
 Se tu en faus le noir cum la çonſe or vais.
 Tu moroies adolor meſ a yh'u criſt non plais.
 Que le doge ſauoir et por ice men tais.
 Or ten uien auech moy biaux ſire ſil te plais.
 E le cont li reſdit ia ne moy amerais.
 Car mout ſeroi ge fous ſe a toy mapoiais.
 Fuy ci damoy ay ſpirit maluais.
 Que ia de rien non te creeroige hui mais.
 Sil plait adieux de ce qe dit tu mais.
 Plus loial conduit men uoiera ce ſais.
 Par moy ſecorir ia ni me condurais.
 Non fuſtes plus da croire da puis le grant forſais.
 Que uos en reſuſaſtes laut joſſteil por le bais.
 E quant auos meefme fuſtes ſelons et trais.
 Ce fu finifiance que nul amereç mais.
 Delaler conuaitos dont uos enſuſtes trais.
 Et tu cum plus liance dun autre ſetanaſ.
 Is uenuç au marchie ou pou tu gaagnerais.
 E cil li reſpondi le ior que en ton palais.
 Fefis mander le poure atot diſner donais.
 Je eſtoie dehors aloy de poure lais.

r^o b]

Tu enuoias par moy li difner parlongais.
 Je fuy celuy qui pain et capon grais.
 A porte da toe table et le uin et leuais.
 Ancor tauront mester que tu enci berais.
 En la eterne seurte dou doloros palais.
 Por ce qe tu mauois mis por deu a tel ais.
 Conuient qe ge remaine ou gist le premier (?) mais.
 La ueraistu mon fire le felon fatanaïs.
 Qe por grant enue chace ert da haut en bais.
 La poras tu ueoir et chain et iudais.
 Et maint chatiue arme qui sunt cun li maluais.
 Qe mes non ifra de mal mes dopleron lor gais.
 Or uien amoy non dubiter omais.
 Non ferai dit hue par saincte nicolais.
 Part toy de ci ore fellon maluais.
 E cil respont donque ci romanrais.
 Huimes a toe uenture et ton peril te lais.

Apres ceste parolle respondi li baron.
 Sil ert noir qil place acil qi maint al tron.
 Que par conduit e uegne en la perse mafon.
 Plus soficient de toy menuoiera adon.
 Va ten a toe uoie et plus non men femon.
 Sil plaist a deu bien aurai garifon.
 Ausi come celuy qe abone entencion.
 En aille afornir li message. Karlion.
 E cil sen torne arer coreços et enbron.
 Tot enfemant le spirt sanz pardon.
 Se parti da le quens abasie fron.
 Arer sen torne par deuers. I. bolcon.
 Nistoit alle al trair dun bolcon.
 Ausi folet cum de bois ist orfon.
 Dune gastine ueit issir de randon.
 Vn autre ombre arnee trofque altalon.
 A soe stature bien reseuble baron.
 Defer estoit couert dau pieç iusque ensfon.
 Lafpee cinte en main tint un baston.
 Tot uerdoiant doliue plantafon.
 Li haume lacie non li part oil ni fron.
 .X. pieç de plain auoit il bien de longn.
 A petit pas se mist uers huon.
 E dit que fais en ceste region.
 Com hom saluais ten uais et non sai chon.
 Non uoistu croire de ce que ten contron.
 De iors en iors non acoil si mal non.
 Puis dit en haut non creiras fa toy non.
 Seguremant sainç nule suspicon.
 Vien auech moy enci te conduron.
 A sauuemant et cum ta garifon.
 Dauant le mestre que en la enferral prifon.
 Ja non perdras del tuen un fol boton.
 Qar ia non plait al haut diex del tron.
 La poras ueoir mant arme en chatiuefon.
 Qui sont dampney in la enferral mafon.

62 r^o a]

Zaufir poras marfille et danebron.
 Roy. Golias. Agollant. et helmon.
 Vesque arciefche et pape maint enfon.
 E maint chevalier fergiant et peon.
 Dogne mainere de giant ueoir poit hon.
 Chascun oit fa deferte de ce qui fait almon.
 Si iert de greignor paine for le autre ce fauon.
 Son mal est en apert scriç le ont enç al fron.
 Denfir iames de cil leu o il fon.
 Ert çonse perdue et bien le face lon.
 Qar fi est destine da laut deu del tron.
 E meefme aristotle luy et fi compaignon.

L I cons dauuergne regarde lombre armee.
 Et entent la parolle qui le fu raifonee.
 Cum lafegure de la dolorolle ftree.

Respondi luy cum perfone enfenee.
 Is hom o ombre qí dauant mis mostree.
 Bone parolle as a moy tu contee.
 Di moy qui is et dont fu toe contree.
 Garde non foies de le faufe mafnee.
 Que por orgoil dou ciel fu descacee.
 Non te creiroge par nulle rens contee.
 Non fuy feit il mes bien de la damnee.
 De iant que font ainç le batifme nee.
 Ainç que piteç fust en uirgen adombree.
 De mout grant tamps estoit ma char poree.
 Se ie eusse de celle ene tochee.
 Par qui en sont humane giant sauuee.
 Ja non dotasse datendre la corne.
 Quen iosefait fera fer la scembee.
 Ou ert la crois deu et la lance portee.
 E le grant plage del destre flans mostree.
 Alor parra qui ait bone uie usee.
 Le mes aneestre dont ais fet domandee.
 Furent troiau de la terre exilee.
 Que por greçois estoit arse et bruslee.
 Sol par la fame qui fu au temple ambee.
 Ce fu ellaine mout out grant renomee.
 Que ausi morut en icelle envaee.
 Darer la strucion ie uelqui afee.
 Que men fuy en estrange contree.
 Puis fi daumage ala gent degrecee.
 Tot ior le parsegui tant cum fu en haitee.
 Le deu mauues por la lor mauettee.
 Firent moy aler cum larme encorporee.
 Dedenç la terre que tu as tant cerchee.
 O moy conduft sibille la maluee.
 Por les grant art dont elle ert inspiree.
 Lenfer cerchay otot la mie spee.
 Or uoil que faces de mon non la uertee.
 Fil fuy anchises lom mapellent enee.
 Par qui amor soncist Didon la forsenee.

MErueille hoy le quuens a respondu.
 Sanete marie sitil estu celu.
 Daquy ay tant nouelle entendu.
 Que fus uiuant en le regne perdu.
 Selong qui mostre li bon uirgiliu.
 Hay. Eneas fi auoies creu.
 Enç le fiuç de diex que de uirgene fu.
 Je moy rendisse a toy por amor lu.
 Que tu aus merci de ma fahu.
 Par toy secorer fit il ci suy uenu.
 Por le uoloir celuy / quais mentau.
 Ou la bone loy / ert por luy absolu.
 Conduir te doy / a querir li trahu.
 Que karlle martel / tenuoie bien fastu.^o
 Non auoir dotance / par celor malastru.
 Noixir ni ti poent / charon ni cerberu.
 En moy ti fie / fil no te plait cestu.
 Nauroient puifance / for toy nausent il plu.
 Sor moy peçable / quant batice non fu.

v° a]

Die nächstfolgenden drei Laissen lauten wie folgt:

Come pulcelle / que stoit en grant atent.
 Dobeir home / por promisse dargent.
 Qui mout fi dote / quil non face nient.
 Por qui autre foiz / il ot fet enfement.
 Tot fi pensa li quuens / autrement.
 Que anthenor fist / de la troiane gient.
 Respondi luy / mout amiablement.
 Pardone moy / iantils spirt enpresent.
 Que de uenir nay / par toy ardimet.
 E fi meilor secors / de toy natent.
 Proier te uoil / par diex omnipotent.
 Que tu ni aoras / quant tu eres uiuent.
 Que mostre moy / chamin de sauement.
 Que torner puisse / algun habitament.
 Qar non onferoge / par ton asaitement.
 O toy uenir / en la perdue gient.
 E se ge suy za uenuç / follement.
 Je claim ma coupe / cum hom qi se repent.
 Tot ce / que tart soit / le perpensament.
 Aparceu me suy / que adeu onsent.
 Qui le demande / impossible present.
 Suy de ci / non te creray nient.
 Ja fustu traître / de toy / et dautre gient.
 Par toy auint / part de lexiliment.
 De troie / dont il fu / labasement.
 Qui entoy fiait / ouraist mout malement.
 E cil respont / de ce suy ge dolent.
 Si nais conduit / de moy a ton talent.
 Deu le te don / de moy plus suscient.

v° b]

OR est li quuens entrepris de dotance.
 Non la que fere / ne en qui auoir fiance.
 De soy miefine / len fu pris grant pietance.
 Larmes des oil / al menton li anance.
 Laubers li bagne / et la endoree mance.
 Le spirt meefine / enplure de pelance.
 Amis dit il / eist plurer uient denfance.
 Mal feit chascuns / qui son labor comance.
 E nol fenist / par foible repentance.
 Menor conduit / et de menor sperance.
 Me fist entrer / en la seure habitance.
 Et tu qui as color / de plus puisfance.
 Non uois venir / dont uient ceste ignorance.
 De toy me poisse / qui te uoy en balance.
 Pechieç feis / quant toy partis de france.
 Que fais dolor autrui / de ta meschance.

DE ces parolle / le quuens hue len mercie.
 Le fuç anchises / . qui par luy atendrie.
 Dauant luy garde / endroit destrie partie.
 Dune fontaine / dont leue estoit sortie.
 Sembla qe infist / fainç nef et sanç gallie.
 Vn uieuç hermit / aune barbe florie.
 Le forcils basses / cum une chiere lie.
 A loing çaneus / ia pigneç nerent mie.
 Lastature longe / une toisse et dimie.
 La cote noire / enfi cum pois boillie.
 Le floch defus / de autretiel partie.
 Le chaperon darer / spalles le plie.
 Quant eneas le uit / si somelie ecrie.
 Sainct espirit / de ce agieç pitie.
 Qui ert pduç / en le strange contrie.
 Pues dit a hue / ta ambasee ert fornée.
 Moy non ueut croire / par nulle rien que die.
 Par qui non sui / en laute compagnie.
 De li prophete / et dou sainct jeremie.
 Va cum cestuy / au nom saincte marie.
 Bien ta conduire / quil ert sainct en uertie.
 Dauant celui / qui mes naura remie.
 Que drabucha dou ciel / por enuie.
 Li quuens dauuergne / ot la parolle oie.
 Vers luy sen ueit / forment si humelie.
 Pois senienoille / por daleç ses pie.
 Car bien le samble / home de saincte uie.
 Bracer li ueut / mes riens non troua mie.
 Spirit estoit / ausi tot cum ombrie.
 Que char / ni os / non aportent il mie.
 Quant uit ce hue / si sen est uergognie.
 Cuide estre deceu / quant li sainct li escrie.
 Non doter pas / non puis estre engignie.

63 r^oa]

Weiter mag die Stelle folgen, aus der sich ergibt, daß hier wie in der Turiner Handschrift Ynide, nachdem Huon seinen beden-

lichen Auftrag erhalten hat, denselben über die bösen Absichten Karls auf ihre Person aufklärt, während die Paduaner Version nach CRESCINI S. 54 und RENIER S. XXV und XXXIX Ynide darüber schweigen läßt.

8r° b]

Q Vand fu en foy reueue la dame del bon cons.
 Hey di^s elle fire / li moy leireç adons.
 Quant uos fustes / done / a moy par compeignons.
 Je non cuidoge mes / deuenir a tiel pons.
 Que ou loial mariage / feist deuifons.
 Ne que veue remains / uiuant mon fir al mons.
 Sire nel pues fofrir / ne plus tenir escons.
 Car de cestui uiage / uos fuy fte la onqifons.
 Par moy aleç amort / mais si uos conseilons.
 Que de les dos partiç uos prendes le plus bons.
 O uos encomence la guerre a karllons.
 O moy treçe la teste auos brand dagalons.
 Pues fereç uos aquit de ces chemin felons.
 Sire fauoir deneç le ior que festions.
 A saint donis le bier en la procesfions.
 Le rois mue de dras enclos soç zapirons.
 Luy e Sandin . nint neoir le dame olece^t blons.
 Si moy en apella et requeri tiel dons.
 Qauant quil len aust / uoldroi ardre acarbons.
 Por ce uos mande fire al eternal parfons.
 Je nel uoloi dire por non metre tençons.
 Mes plus courir nel pois quant le parti ueons.
 Toit qui uos fereç defors uetre maifons.
 Il nos alicera / entor et ennirons.
 La duchoife li conte / li fait tot pont a pons.
 Quant che li liit di roi. Hue remaint enbrons.

v° a]

Dann die weitere, welche zeigt, wie Hugo das Anerbieten des Königs von Ungarn ihm gegen Karl Beistand zu leisten in unwandelbarer Vasallentreue zurückweist, wovon die Paduaner Handschrift nichts weiß, während die Turiner es mit unserer berichtet (RENIER S. XL):

9r° a]

A Chiuaucer le quens. hue. ert metn. ,
 De ior en ior ciuauce al nom yh'u.
 De terre en terre / for li ciuals crenu.
 Tant qe en ongrie / ert ariue et uenu.
 Al gran pales / al peron defandu.
 Pues domanda / ole rois dongrie fu.
 Lom le a dit / for son pales uolfu.
 Li ber li monte / qui noit plus atendu.
 Le rois troua / que ot un fon confoil tenu.
 Dauant saprosme / quant il ait coneu.
 Il le salue / fa fon sermon difu.
 Le roy el conuit / qui bien la receu.
 Difant bien uiegne / mon amis et mon dru.
 Qui quier lauoie / par qoy estes uenu.

r° b]

Ce que quereç / se pur aurai possu.
 Tot abandon / uos en aurai randu.
 Hue el mercie / qui afeit son cef nu.
 Apres le dit / par quoi il ert mouu.
 Li rois lintand / non li a pas bon feu.
 Al cons adit frer non soieç sperdu.
 De quant qe ay par uos aurai metu.
 A curt termin mes host aureç ueu.
 Plus de .c. mille / saince i peon ignu.
 De chevalier alance et abrant nu.
 Estier les archiers au col lor arch tendu.
 Sotainement le rois ert afeu.
 Dore en auant por signor nel quier plu.
 A mainte giant forsa el roy mesereu.
 E uos e autre bien aurons absolu.
 Dou mal qua feit chier li auron uendu.
 He fir dit hue ce nauroy confantu.
 Par moy ne uol / que home soit confondu.
 Sainç grant daunage ne poroit estre eu.
 Ja suy son fers et il mon fir et dru.
 Tot dobeir / par qui il ma trametu.
 Jusque a la mort / non serai recreu.
 Adroit et atort / qui son seruant ge fu.
 Non por quant ay le partir coneu.
 Par moy non falt / tant cum aurai uescu.
 Pois lay iure / par moy non ert rompu.
 Le fairamant / qe li ai prometu.

diejenige, die den Helden in entsprechender Haltung gegenüber dem Papste vorführt (RENIER S. XL):

v° b]

DE dauant lapostaille / estoit le cons huon.
 E il en requeri / que el le die son non.
 De quel legnaçe lert / et de quelle maison.

Jurer le pois / sainç nulle mesprison.
 Que en ma uie no ui / ia men peçable hon.

Sa ce ma tand che toy dir un sermon.

Par ti meruaille / fera yh'u del tron.

tor° a]

Di moy ton estre / qar mout le desiron.

Cil len recontre / de mot amot apon.

Quant lapostaille loit / de ses oil del fron.

Tendremant plore / et dist ai gentil hon.

Is tu celuy / qi ot si grant renon.

De toy en parlle / pitein et guafcon.

E molte iant / de maintes region.

De toy non dit / nus home si bien non.

Que donque panse . karle . martel le blon.

De toy ait el enuie / quant de ce te semon.

Quant il uent / que tu quier / ce dont ne nest al mon.

Zonse impossible est / de ce bien sauon.

Leise ster ceste queste / de ce taquiteron.

Je manderai aluy / quil te face pardon.

Quil non te ahaft / de ce qui trouer ni puet hon.

E fi ce ne ueut fere / nos le scomuiniron.
 E tote foe terre / entredire feron.
 Ja est contre la foy / dont il toy ensemon.
 Hay mon fire / zo respont quens huon.
 Par diex uos proie quil non se feit adon.
 Tot ce quil feit / deuon tenir abon.
 Il estoit sage / sage confoil a ebon.
 Pois qe defor tot / en moi se fie don.
 Bien doy apener / complir foe entencion.
 Et ge aui le tiegne / l'aince male oqeifon.
 Ja por nuls non ferai / enuers le roy . karllon.
 O compliray son uoil / ouoiermant ia moron.
 Ja por autre uoire / non poit aler adon.
 Bien conois le partiç / qe impossible fon.
 Confe que uoy requere / qi pas ne troueron.
 De moy enfâce deu / son pleisir et son bon.

Auch bezüglich der vergeblichen Anerbietungen des Kaisers von Jerusalem stimmt die Berliner Handschrift der Paduaner gegenüber zu der Turiner (RENIER S. XL), ebenso bezüglich des Tadeus, der wie in der letztern (s. RAJNA, le fonti dell' Orlo. für. S. 463 A. 1) ein Neffe des Prestejan ist und Huon im Auftrage des Oheims für die Weiterreise ausstattet.

Endlich teile ich vom Anfang noch etwas mit:

A L tamps de may / quand furent li prael.
 Tot reuerdis / lorer / et arboifel.
 Que en amors uient / maintes mainer doifel.
 Por ce chantent / et font lifon mout bel.
 Tot enfemant / font dames / et doncel.
 Qe por delit / entrent af iardinell.
 Tot les pulcelles / enfamblé af iouencel.
 De flors / de roses / chascune feit çapel.
 Si foi sbanoie / por qui amors le chadel.
 En pentecoste / quand' chiualler nouel.
 Desire iostre / et merueillos zambel.
 Estoit en france / vne rois / mout cruel.
 Selonch qui mostre / et cronicha odinel.¹
 Qui hom apelle / le rois . karlle martel.
 Grand cort tenoit / hom non la uit ia tel.
 Mais dune zonçe / oura il bien / cum fel.
 Quant un fon dru / gita de son hostel.
 Si lenuoia / a querir lucibel.
 Querir trehu / ale lou denfernel.
 Sol por auoir / ynide / au quer bel.

O Eç segnor / qui diex uos beneie.
 Bone chançon / di uielle anceforie.
 Dou fiuç leois / qui ot france embalie.
 Karlle . martel / fu nomeç en fa uie.

¹ Der Name begegnet auch in der Turiner Handschrift: Com or deviffa Ondinelo yn questo roman (GRAF S. 97 Anm.); ob an derselben Stelle, weiß ich nicht; dem Reim nach scheint es eine andre zu sein.

Chevalier fu / de mout grant renomie.
 De tot la terre / qui lanoit embailie.
 r^{ob}] • Ainch non perdi / iames une fol pie.
 Por son orgoil / et por foe ligerie.
 Maintes estranges en auoit aquitie.
 Tant quil enoit de sot fa segnorie.
 Tretot le mont / neis la paenie.
 Len obeist / na fi hardi qe deklie.
 Au fuqz lois / quant feit foe comandie.
 Si ou rois noufist / mander foe baronie.
 Sainz mout grant pois / menast i host bannie.
 .V.C. Mil homes de bone giant garnie.
 Sainz le peon / otot la archerie.
 Qi la moite non poroit estre esmie.
 Por ce quil rois soi sent / tant auancie.
 Plus qe non fu onque / fi aneestre mie.
 Plus orgoillos en fu / et outre cuidie.
 A tout il tout lauoir / et defertie.
 iv^a] Et maintes dames / ha uergoigne et honie.
 Par ce nest mie / de la gient acherie.
 Anchois le haete / la giant de la contrie.

OR fetes pais / et entendez segnor.
 De Karl'e . martel / qui fu emperaor.
 Qui a son tamps / conquist tant de honor.
 Com plus conquist / plus fu cruaus tut or.
 Na rois ni prince / ni duch ni uauasor.
 Quens / ni marchis / ni baron / ni contor.
 Qui non li ferue / par dote / o per amor.
 Al rois en uint talant / et quier .I. ior.
 Dou tot ueoir / de ses hom li meilor.
 Li queus oit / plus de ferte / et de ualor.
 Conseil enprist / au quens de lucinbor.
 Et aroger / le fir de nante ancor.
 Enquel mainere / o les poroit ueor.
 Ceus respondrent / sa banir tot entor.
 Quil non remaigne / ne li grant / nimenor.
 Qui tient dau toy / terre / feu / et honor.
 Qua a pentecoste / tot ueignent a toe cor.
 Chascuns amaint / o fille / o uoir feror.
 O uoir cofine / o uor maint / foe vxor.
 Char .af pulcelles / tu trouerais signor.
 Af maries / fi feres grant honor.
 Si feras tu / de chiualer plusor.
 Maint adober . de bon brant de color.
 Cil qui non uient / fi perdra ton amor.
 Par foy dit . Karlle . fi ferai sanz demor.
 A lor apelle / tantost li bandior.
 Le comant fist / eccus / ciuauce entor.
 Banir la cort / de part lempereor.

A Pentecoste / apres la scensfions.
 Estoit banie / la cort tot enuiron.
 Que doit durer / . IIII . mois adelons.
 Por ce uoloit / lemperer . Karllons.

iv^ob]

Que adonch / les dames uiegne olor compeignons.
 Par honorer / la roine au chief blons.
 Qui doit de dames / tenir cort de renons.
 El rois la ueut tenir / de ses barons.
 Apres la feste / dont diuise anons.
 Le uint de giant / une fi grant fuifons.
 Que · XII · roi li font / tot de corons.
 A beus coroy / et de giant garnifons.
 Ester li duch / et li prince / et li cons.
 Giant li fu / de maintes regions.
 Le quuens darthois / et le quuens de foifons.
 De lucinbor / li uasal merigons.
 Le quuens dauergne / qui maine a son galons.
 La belle. Ynide / ala clere façons.
 O luy mena. Berart / son quifin bons.
 Et Bauduyn / a le cors de lions.
 Thomax de flandre / qui dune naffions.
 Furent estraite / tot anfi cum lifons.
 Ambdos son frere. Ynide / a le cler frons.
 E font forage / au bon uasal. Vgons.
 Le quuens ne uint / a guise de bricons.
 Quil nait olui / bien. II. c. compaignons.
 Tot de li miaudre / qui font de foe mafons.
 Si li estoit / e Morant / e Sanfons.
 Qui feneschal fu / ali quuens Vgons.
 Droit aparis / uinent sanç restefons.
 En la contree / de saint pol / com trouons.
 Sont defandu / de piece troue / hons.
 Vne hostel / qui. Ynide leoit lons.
 Qui forni fu / et de fain / et danons.
 Dautre uitaille / et de tot uenefons.
 Por tenir cort / a honor le roi felons.

OR est li quuens / al hostel defandu.
 Celuy meefme / qui li quuens. Rollant fu.
 u. s. w.

Eine andere Teilung des Ganzen als die, welche sich ungewünscht durch das Vorhandensein der oben erwähnten Lücke ergab, läßt sich an einer jenem leeren Blatte vorangehenden Stelle wahrnehmen, nämlich auf Blatt 32 v^o, wo eine Laisse mit den Worten schließt:

v^ob] Enci leiromes de hue un poy auquant.
 E canteromes de Karle · le puifant.
 Que enuers li quuens oura tiel traitmant.
 Pues qui lontan fu da son casemant.

Darauf folgt mit großer Initiale, deren Ranken sich auch über den obern und den linken Rand der Blattseite ausdehnen:

PVes qe karllon oit por spion eu.
 Que li quuens hue alontaneç il fu.
 A ses priues confoil illoit prendu.
 Cum son uoloir il aura acomplu.

Mit diesen spärlichen Mittheilungen begnüge ich mich für einmal. Auf einlässlichere Vergleichung mit den beiden in Italien befindlichen Texten einzutreten, würde jetzt schon möglich sein, bleibe aber einem Fachgenossen vorbehalten, dem von diesen eine genauere Kenntniss gegönnt ist als sich aus den knappen bis jetzt vorliegenden Berichten gewinnen läßt. Es kam zunächst nur darauf an, von dem Vorhandensein des hiesigen, entschiedener wenngleich lange nicht rein französisch gefärbten, älteren und sicher datierten Textes Kunde zu geben, eines Textes, der die rohe Verarbeitung DANTE'scher Motive in die Sage von Hugo von Auvergne hinein schon zwanzig Jahre nach DANTE'S Tode vollzogen zeigt.

Grabstatue aus Tarent.

VON ALEXANDER CONZE.

(Vorgelegt am 13. December 1883 [s. Jahrg. 1883, St. LI, S. 1239].)

Unter unserm Gesamtvorrathe griechischer und römischer Statuen wartet eine Classe noch ganz besonders der Aussonderung und Gruppierung, die der Grabstatuen. Diese Arbeit wird wohl erst im Zusammenhange der grossen Unternehmung eines vollständigen Statuen-corpus, welcher das Archäologische Institut näher zu treten beginnt, ihre Erledigung finden. Die von der Wiener Akademie aus bereits weit vorgeschrittene Sammlung der Grabreliefs wird dazu ein wichtiges Vergleichungsmaterial an die Hand geben. Inzwischen sind Einzelbeiträge am Platze. Sie sind schon ziemlich zahlreich geliefert und haben von verschiedenen Punkten deutlich gemacht, wie weitverbreitet, wie von sehr alter bis in späte Zeit reichend, und wie zahlreich in ihren Werken die Sitte der Aufstellung von Statuen auf den Gräbern bei den Griechen und bei den Römern der Kaiserzeit war, während sie auf dem Standpunkte, den das MÜLLER'sche Handbuch der Archäologie uns in so schätzbarer Weise darlegt, noch so gut wie ignorirt wurde.

Namentlich ist es die zunehmende Beachtung der Fundplätze¹ gewesen, welche immer mehr Statuen von dem Banne zu allgemein mythologischer Erklärungsweise von vorn herein frei gehalten oder nachträglich befreit hat. Wir erinnern hier daran, dass gewiss mit Recht erst kürzlich namentlich für das theräische und das teneatische Exemplar der sogenannten Apollonfiguren alterthümlichsten Stils die Wahrscheinlichkeit geltend gemacht ist, dass sie Grabstatuen seien.² Sie rücken damit der böotischen Sepulcralgruppe des Dermys und Kitylos auch inhaltlich nahe und die weite Verbreitung und die häufige Wiederholung des Typus findet damit eine befriedigendere Erklärung, als sie bei der ausschliesslichen Deutung auf Apoll oder der dann daneben

¹ Vergl. L. Ross arch. Aufs. I, S. 65.

² LOESCHKE in Mitth. athen. Inst. IV, 1879, S. 304. MILCHHÖFER in Arch. Zeit. XXXIX, 1881, S. 54 f.

tretenden auf Siegerstatuen gegeben war. Hierbei wollen wir nicht vergessen, dass zumal der alterthümliche Typus nicht nur zum Ausdruck eines einzigen Gedankens diente. Eine ähnliche Frage entsteht nach einer Bemerkung LOLLINGS¹ in Bezug auf den altgriechischen, nach später Benutzung sogenannten Spes-Typus stehender weiblicher Figuren.

Den sorgfältigen Ermittlungen, welche an den Standspuren der Skulpturen auf altattischen sepulcralen Inschriftbasen vorgenommen wurden, verdanken wir die Gewissheit, dass auch hier schon in früher Zeit nicht nur Reliefs als Grabesbilder dienten². Damit verstärkt sich die Zuversicht, mit der man schon früher vermuthet hatte, dass ein Typus weiblicher Statuen, der der sogenannten Penelope, in der That das Grabesbild einer verstorbenen Frau zeige, und die Berechtigung einen allein erhaltenen Kopf wie den unserer Sculpturensammlung (Kat. No. 266 A) einer solchen Statue zuzurechnen. Das Schema dieser traurig zusammengeknickt dasitzenden Verstorbenen hat ganz kürzlich FURTWÄNGLER durch verschiedene Wandlungen späterer Stile und Ausführungen hindurch zu verfolgen gesucht, und damit abermals einen neuen Einblick in das Gebiet der statuarischen Ausschmückung der griechischen Gräber eröffnet³.

Wenn neben dem stehenden Mannesbilde und dem sitzenden Frauenbilde die statuarische Darstellung verstorbener Männer als Sitzfiguren auf ihren Gräbern meines Wissens bisher nicht nachgewiesen wurde, so entspricht das dem verhältnissmässig selteneren Vorkommen solcher Darstellung auch auf Grabreliefs, was seine Erklärung in Charakter und Sitte findet.

Als besonders zahlreich dürften dagegen bei einer Zusammenstellung und namentlich fortgesetzt genauer Beobachtung von Fundumständen, wie die Statuen von Kindern, Mädchen oder Knaben, mit ihren Lieblingsthieren (z. B. v. SYBEL 992. 993), so die Statuen junger männlicher Verstorbenen in stehender Stellung aus den Zeiten entwickelter Kunst vom 5. Jahrhundert v. Chr. an sich erweisen (z. B. die Herosstatue des Antiphanes im k. Museum Kat. n. 219. BRUNN Gesch. der gr. K. I, S. 605). Dadurch, dass die letzteren im Typus sich mit Hermesbildern berühren, hat freilich die Thatsache zunächst die Gestalt einer Frage erhalten⁴. Figuren, wie die des sogenannten Hermes von Andros (v. SYBEL 264) und die, deren Trümmer ich auf Thasos sah, werden nicht so sehr durch ihren sepulcralen Fundort, da man ihn auch mit der Deutung auf Hermes als Psycho-

¹ LOLLING in Mitth. athen. Inst. IV, 1879, S. 281 f.

² LÖSCHKE in Mitth. athen. Inst. IV, 1879, S. 299 ff.

³ Sammlung SABUROFF zu Taf. XV. XVI. XVII.

⁴ KOERTE in Mitth. athen. Inst. III, 1878, S. 95 ff.

pompos vereinigen kann, als durch das Schlangenattribut einen besonders gesicherten Ausgangspunkt für die Deutung bilden. Mir erscheint er wenigstens gesicherter, als KEKULÉ (Theseion n. 368) zugeben wollte. Auch das Hinzutreten sogar von bestimmten Hermesattributen wird die Wahrscheinlichkeit der Deutung einer grossen Zahl solcher Statuen als heroisirter Verstorbenen weniger erschüttern, wenn man die Vereinigung von sehr vollzähligen Hermesattributen mit einer durch den erst in römischer Zeit unerlässlicheren portraithaften Gesichtstypus der Figur z. B. an der Statue in der Sala di croce greca des Vaticans (n. 561) nicht ausser Augen lässt. Die letztgenannte Figur, welche eine Veröffentlichung verdient, wurde, wie mir HELBIG aus dem Kataloge nachweist, in der Vigna Moroni gegenüber dem Scipionengrabe gefunden.

Das paarweise Vorkommen von weiblichen Standbildern mit solchen männlichen Statuen, wie bei dem sogenannten Hermes von Andros und seiner Gefährtin (v. SYBEL 264. 265) oder dem gleichartigen Statuenpaare von Aigion (v. SYBEL 433. 434), scheint sich auch besser mit der Deutung beider formell auf einer Linie stehenden Gestalten als Verstorbene zu vereinen. Jedenfalls giebt es den Anlass noch viele vereinzelte weibliche Statuen darauf hin zu prüfen, ob sie nicht Grabesbilder sind.

Einen weiteren Beleg für die Geläufigkeit der Anbringung von Statuen auf Gräbern in spätgriechischer Zeit liefern die Grabreliefs dieser Periode. Abweichend von der Mehrzahl der Reliefs aus älterer Zeit zeigen sie die dargestellten Gestalten vorwiegend in der Vorderansicht, dabei meist aufrecht stehend. Sie haben den Charakter der Reliefbilder verloren und sind nichts Anderes als eine billig herzustellende Abkürzung von Grabmälern mit statuarischem Schmuck. So wie hier die Figuren unter einem säulen- oder pfeilergetragenen Giebelbau zu erscheinen pflegen, so stellen uns bekanntlich in besonders grosser Zahl unteritalische Vasenbilder die Bilder von Grabmälern vor Augen, wo ein zierlicher Säulenbau sich über den Figuren der Verstorbenen erhebt, Figuren, die mehr statuarisch als reliefartig gedacht sind. Entsprechend der Entwicklung oder, wenn man will, der Ausartung des Geschmackes, welche das späte unteritalische Griechenthum über das Athen des 4. Jahrhunderts hinausführte, sind hier nicht mehr, wie auf den attischen bemalten Thon-Lekythen die lebenden Gestalten, welche an den Grabmälern verkehren, sondern die Grabmäler inmitten der um sie Versammelten die Hauptsache. Herausgehoben werden sie durch das blendende Weiss und Gelb der Färbung, die gewiss den Gedanken an ein kostbares Material erwecken sollte. Das braucht keiner Wirklichkeit zu entsprechen, sondern kann nur, wie im Volksliede

freigebig mit Gold und Silber umgegangen wird, gemeint sein. Mag man nun auch bei diesen Grabmälerdarstellungen, was die Einzelgestaltung betrifft, sich auf phantastischem Boden bewegen, so muss doch der Gesamttypus solcher Grabmäler den unteritalischen Vasenmalern aus ihrer Umgebung so geläufig gewesen sein, wie dem attischen Lekythenmaler die Stelenform, welche er als Mittelpunkt seiner Gräberscenen darstellt. Nur der Umstand, dass Unteritalien, trotz vielfacher Ausbeutung seiner Fundstätten zu Sammelzwecken, der wissenschaftlichen, d. h. der vom Einzelnen auf das Ganze schauenden und deshalb auch das unscheinbare Einzelne nicht verachtenden Beobachtung lange ziemlich fern geblieben ist, ist Schuld daran, dass uns von einer statuarischen Ausschmückung der grossgriechischen Gräber, welche den realen Hintergrund jener Phantasiegemälde auf den Vasen bildeten, bisher kaum Etwas bekannt geworden ist. Wir dürften erwarten, hier namentlich auch auf statuarische Gruppen sepulcraler Bestimmung zu stossen.

Einen kleinen Beitrag zur Ausfüllung dieser Lücke haben vor Kurzem die Ausgrabungen geliefert, welche seit einiger Zeit in Tarent cifriger als sonst angestellt werden, leider meistens immer noch nicht mit derjenigen Sorgfalt, welche den Funden ihre volle Verwerthung für unsere Kenntniss erst sichern würde. Wir haben das grade im vorliegenden Falle zu beklagen.



Im Jahre 1882 gelangte die unterlebensgrosse Statue eines Knaben in das Königl. Museum zu Berlin, wo man bei der Erwerbung nicht mehr von ihr wusste, als dass sie nach der Versicherung des Vermittlers in der Behandlung recht naturalistisch, einigermaassen in der Richtung des Castellanischen, jetzt dem brittischen Museum gehörigen Dornausziehers, sein sollte, und gut erhalten namentlich im Kopfe. Eine Arbeit dieser Art, gleichviel wie ihr individuelles künstlerisches Verdienst sein mochte, aus einem Platze wie Tarent, auf den man bei den uns jetzt besonders nahe gelegten Studium der spätgriechischen Kunst längst seine Erwartungen richten musste, erschien auf jeden Fall eine wünschenswerthe Erwerbung. Und sie hat vollständig gehalten, was sie zu versprechen schien.

Da ich die Akademieschriften nicht gern mit vollumständlicher Publikation beschwere, mag die beigelegte Skizze eine für diese Mittheilung genügende Vorstellung der Figur geben, wie sie nach Nachlieferung des Anfangs ihr fehlenden linken Unterarms aussieht. Es ist die Stellung mit Profilaussicht des Kopfes gewählt, um die in der That besonders auffallende Formengebung desselben zu zeigen, welche für Erklärung, wie für Zeitbestimmung gleich beachtenswerth ist.

Die Figur ist aus Kalkstein, sogenannter *pietra di Martina*, gearbeitet und war ursprünglich bemalt, wovon Spuren von rother Farbe zumal am Nackten des linken Arms und am rechten Auge geblieben sind. Sie ist 0.64^m hoch erhalten; es fehlen ihr der rechte Unterarm, die Beine, soweit sie unter dem Gewande zum Vorschein kommen, bis auf das erhaltene linke Knie; im Halse und an drei Stellen im linken Arm war sie durchgebrochen, womit das Fehlen des Daumens der linken Hand und eines kleinen Stückes im linken Unterarme zusammenhängt.

Der Knabe steht, auf dem rechten Beine ruhend, das linke leicht vorgesetzt; der linke Arm hängt frei herab, die Finger seiner Hand sind im Stein mit dem Körper verbunden; der rechte Unterarm, der jetzt fehlt, war, wie auch der Mangel an Ausarbeitung an der rechten Hüfte zeigt, vorgebogen. Der Kopf ist zu seiner Linken gewendet, blickt dahin etwas nach oben. Die ganze Stellung, das Aufrufen in den Hüften, dem entsprechend die rechte Schulter ein wenig niedriger gestellt ist, als die linke, auch die Drehung des Kopfes, Alles wirkt lebendig zusammen. Gesteigert wird diese Lebendigkeit durch die höchst individuelle Bildung des wohlerhaltenen Kopfes. Die Schädelbildung, das Vortreten der Backenknochen, die Stumpfnase und die aufgeworfenen Lippen sind einer Natur entnommen, die man am liebsten in einer niedrigen Classe, vielleicht im Sklavenstande, suchen wird. Dem entspricht die Bekleidung. Sie besteht nur aus einem kurzen, die Kniee frei lassenden Chiton, der mit kurzen, ein wenig aufgeschlitzten Schulterärmeln versehen und in den Hüften leicht untergürtet ist. Der naturalistischen Körperbildung entspricht die Gewandbehandlung, welche den Stoff des Chiton durch die Andeutung kleiner Querliegefalten charakterisirt. Mag man von diesem kleinen, uns heute durch die samothrakischen Giebelfiguren und dann namentlich durch die pergamenischen Altarsculpturen bereits geläufiger als sonst gewordenen Kriterium ausgehen oder den Gesamteindruck der Figur auf sich wirken lassen, immer wird man auf eine Arbeit aus hellenistischer Zeit schliessen, in Tarent auf ein Werk der Spätzeit der freien griechischen Stadt oder, was nicht ganz ausgeschlossen

sein dürfte, bald nach der Unterwerfung unter Rom, wo der griechische Charakter der Stadt bekanntlich ziemlich unangetastet blieb.

Führt uns, wie gesagt, Typus und Tracht des Knaben auf die Vermuthung, dass er der dienenden Classe angehörte, so erinnern Tracht und Stellung an die auf zahlreichen Grabreliefs spätgriechischer Zeit — so zahlreichen, dass man einzelne kaum anzuführen braucht — neben ihren Herren stehenden Knaben. Man wird ohnehin die statuarische Einzeldarstellung eines solchen Dieners für wenig wahrscheinlich halten, und so entsteht die Vermuthung, dass wir nur den Theil einer Sepulcralgruppe vor uns haben, deren Hauptfigur, wahrscheinlich ein junger Mann, fehlt.

Eine solche Annahme wird aber durch die Nachricht bestärkt, dass die Figur in der Gegend antiker Gräber gefunden sei. So geben auch VIOLA¹ und FR. LENORMANT² an, der erstere die Vermuthung daran knüpfend, dass die Figur zu einem Grabaufsatz gehört habe, der letztere dieselbe Vermuthung etwas positiv ausdrückend. Da die Rückseite der Figur, wie schon VIOLA betonte, wenig ausgearbeitet ist, so ist als ursprünglich die Aufstellung vor einer Rückwand anzunehmen. Nach Allem, was so in Anschlag zu bringen ist, hätten wir demnach den Überrest einer statuarischen Grabgruppe etwa aus dem nischenartigen Bau eines Heroons vor uns. Auf unteritalischem Boden, aus spätgriechischer Zeit ersteht damit in unserer Vermuthung eines jener wirklichen Grabmäler, deren phantastische Abbilder die Vasenmaler derselben Gegend und Zeit mit so viel Vorliebe darstellen.

Hieraus ergab sich nach Erwerbung der Figur ohne Weiteres der Wunsch zu wissen, ob nicht von dem ganzen Monumente, das von nun an doch mehr noch als das eine erhaltene Stück unser Interesse in Anspruch nahm, noch andere Theile zu finden sein möchten, welche einer Rekonstruktion Anhalt böten.

Eine Nachforschung an Ort und Stelle hat uns zunächst nähere Kenntniss davon gegeben, dass eine unterirdische Grabkammer in der Nähe des Fundortes der Knabenstatue, wenn auch nach Aufgrabung wieder verschüttet, vorhanden sei. Es wird dieselbe sein, von welcher VIOLA spricht (*Giornale degli scavi* 1881, S. 418 f.); wir haben sie wieder frei legen lassen und die zum Museumsapparate gelangte Aufnahme stellt sie mit zwei Todtenlagern, einer hinabführenden Treppe und einer Felderdecke dar. Diese Aufnahme lässt aber so wenig das thatsächlich Gefundene und das Hinzuergänzte unterscheiden, ist in der Darstellung des Vorhandenen nachweislich so ungenau, dass ich sie einer Veröffentlichung nicht für werth halte. Es wird sich ja auch

¹ Notizie degli scavi 1881, S. 436.

² Gazette archéol. VII, S. 173.

nicht fest behaupten lassen, dass unsere Knabenfigur gerade zu diesem Grabe gehört haben müsse. Genug, dass sie auf einer Gräberstätte gefunden wurde. Diese liegt im Innern der alten Stadt gegen das Mare piccolo hin und wird von einem der Grundbesitzer, dem Avv. COLUCCI, so weit sein Terrain reicht, für landwirthschaftliche Zwecke rajolt und dabei zugleich gründlich auf Antiquitäten hin ausgebeutet. Auf dem Stadtplane in den Notizie degli scavi 1881, Taf. VI ist die COLUCCI'sche zwischen den benachbarten Besitzungen BARI, BRUNNA und LUIZZI angegeben. Nähere Nachfragen und einige Ausgrabungen haben schliesslich noch eine Anzahl anderer Bruchstücke, die offenbar alle zu Grabmälern gehören, uns in die Hände geliefert. So viel ich habe in Erfahrung bringen können, sind im Museo Nazionale zu Neapel und im Louvre zu Paris, wohin sonst namentlich Tarentiner Fundstücke in grosser Zahl gelangt sind, dergleichen Bruchstücke nicht vorhanden. Um so mehr will ich hier das Verzeichniss geben. Das Material ist wiederum Kalkstein; Farbspuren habe ich nicht bemerkt.

Ein Giebelkopfstück einer 0.615 breiten, 0.335 tiefen Stele, auf drei Seiten ausgearbeitet, mit Zalinsehnitten unter dem Simsvorsprunge.

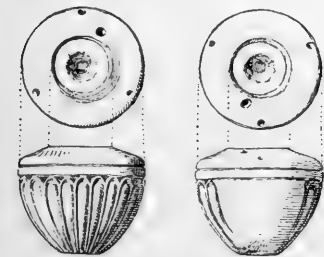
Ein Stück einer Felderdecke mit abwechselnd achtblättrigen und einfach schalenförmigen Rosetten in den vier erhaltenen Lakunarien, deren jedes 0.215 im Quadrat misst.

Sieben Bruchstücke von Säulchen mit zwanzig Kanneluren, etwa 0.12 im Durchmesser messend, aus denen sich drei Schafttheile zusammensetzen lassen.

Ein niedriges korinthisches Kapitäll, welches auf seiner einen, vorderen Seite mit der stehenden Figur einer vogelbeinigen geflügelten Sirene verziert ist, die ihre rechte Hand in häufig wiederkehrendem Klagegestus an den Kopf legt. Der untere Durchmesser beträgt etwa 0.165^m.

Vier wie beistehend skizzirt geformte massive Architekturtheile, oben 0.13 im Durchmesser und 0.10 in der Höhe messend. Die

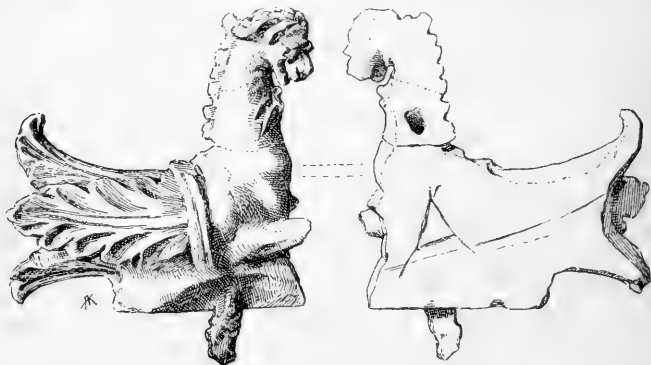
Kannelirung derselben reicht nur etwa auf drei Viertel des Umfangs, der Rest, offenbar eine Rückseite des Stücks, ist glatt gelassen. Unterhalb der Rundung und auf der oberen Fläche, deren Mitte kreisförmig eingetieft ist, befindet sich ein viereckiges Einsatzloch, in dessen Grunde noch Reste eiserner Stifte stecken. Obenauf sind auf dem



erhabenen Rande jedesmal drei, in etwa gleichen Abständen von einander gestellte runde Stiftlöcher zu sehen und ausserdem, immer

gleichmässig weiter nach Innen gerückt, ein viertes, etwas grösseres. Anscheinend zugehörig ist, wie Hr. SIEMERING neulich fand, ein besonders gearbeitetes Stück, welches, oben aufgesetzt, als sich verengender Hals die Vassenform vervollständigen würde. Man wird also zunächst an Akroterienartig verwendete Gefässe denken.

Endlich sind noch 37 kleinere Bruchstücke vorhanden, alle von verwandter Art der Arbeit und offenbar ziemlich gleichzeitig sowohl mit der Knabenstatue, als auch mit den genannten Architekturresten. Soweit sie architektonischen Ornamenten angehören, lohnt es nicht, sie hier einzeln zu verzeichnen. Von fünf Bruchstücken korinthischer Kapitelle gehört eins einer Halbsäule, eins einem Wandpilaster an. in den Maassen entsprechen alle etwa dem Kapitell mit der Sirene. Man erkennt ferner palmettenförmige, etwa 0.15^m hohe Eckakroterien, die einzeln gearbeitet und auf der Unterseite mit einem Stifte zum Aufsetzen versehen sind, ferner zwei auf der Rückseite abgeplattete, hinten in Palmetten aus-



laufende Greife, die wiederum auf der Unterseite einen hier noch erhaltenen eisernen Stift haben, der eine ausserdem ein schräg nach abwärts gerichtetes Befestigungsloch auf der Rückseite und ein senkrecht eingebohrtes oben auf dem Kopfe. Dem andern fehlt der Kopf. Der eine von beiden und zwar der bis auf die Vorderbeine ganz erhaltene ist hier abgebildet: er trägt auf der Rückseite als Werkmarke ein A. Er ist 0.145^m hoch.

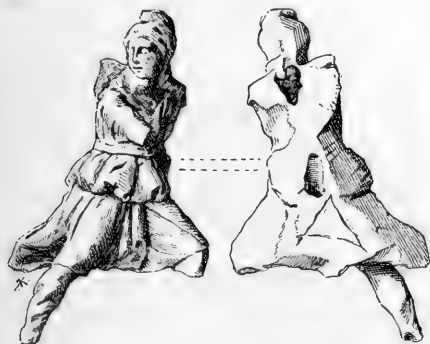
Ebenso wie diese Greifenfiguren sind reiche *a jour* gearbeitete Ranken- und Blüthenornamente, von denen etwa ein Duzend Bruchstücke da sind, mit ebener Rückseite und eingebohrten Befestigungslöchern zum Aufsetzen auf Flächen einer Architektur gearbeitet. Zwei Mal erscheinen auf der Rückseite auch hier Werkzeichen (einmal Δ , einmal \square).

Es sind aber auch Überreste figürlichen Architekturschmuckes erhalten, deutlich zu einem Relief gehörig, das, ganz wie der Fries des

Erechtheions, aus einzeln gearbeiteten, mit ihrer hinteren flachen Seite auf den Grund befestigten Figuren bestand; einmal ist der dazu dienende eiserne Stift noch erhalten, mehrfach die runden Stiftlöcher, alle auffallender, wenn auch nicht gerade unerklärlicher Weise schräg von oben nach unten gerichtet. Drei dieser Relieffiguren sind hier in Vorder- und Rückansicht skizzirt.

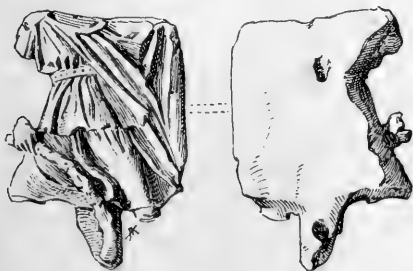
A. Eine weit ausschreitend nach rechts hin eilende, den rechten Arm ebendahin vorstreckende, den Kopf aber zurückwendende, jugendlich unbärtige, männliche Figur; sie trägt eine sogenannte phrygische Mütze,

einen unter- und übergürteten bis auf die Kniee reichenden Ärmelchiton, Hosen, vielleicht auch noch einen wehenden Überwurf. Es fehlen der rechte Unterarm, der linke Arm, das linke Unterbein und kleine Theile des Gewandes am Hintergrunde. Der in der Abbildung fehlende rechte



Fuss ist sammt einem Theile der Plinthe und einem auf diese herabwehenden Gewandende nachträglich noch hinzugefunden. Die ganze Figur misst danach in ihrer nicht aufrechten Stellung 0.17^m in der Höhe. Auf der Rückseite trägt sie als Werkzeichen eingeritzt ein Δ ; von der Befestigung rühren ein von unten in die Plinthe und zwei in die Rückfläche eingebaute Löcher, deren oberes noch den Rest eines Eisendübels enthält, her.

B. Eine andere Figur schreitet nach links hin, wendete aber den Kopf und die gehobene linke Hand nach der entgegengesetzten Seite. Sie ist mit einem mit punktirtem Gürtel übergürteten knielangen Chiton mit Überfall bekleidet, darüber mit einer ziemlich grossen Chlamys, die auf der rechten



Schulter befestigt, von dem unter ihr gehobenen linken Arm aufgenommen wird, während die gesenkte Rechte abwärts gekehrt ein grosses

knotiges Lagobolon hält. Der Kopf und ein Theil des rechten Armes, nicht aber seine Hand, ausserdem beide Beine von den Knien abwärts fehlen. Die beiden Befestigungslöcher auf der Rückseite zeigt die Abbildung.



C. Das dritte Fragment zeigt die Reste zweier Figuren, welche sich, die eine nach links, die andere nach rechts ausschreitend, wie im Streite von einander zu entfernen scheinen. Die weniger erhaltene Figur rechts ist nur aus einem Theile ihrer bekleideten rechten Seite und dem mit offener

Hand gerade ausgestreckten rechten Arme, der mit einem Ärmel bekleidet ist, zu erkennen. Von der andern Figur, vor deren Brust jene ausgestreckte Hand sich befindet und hinter deren linkem Beine der rechte Schenkel der anderen Figur zurücktritt, ist der Oberkörper vom linken Knie und rechten Oberschenkel ab erhalten; nur der linke Oberarm fehlt, der nach rechts nach der mehr zerstörten Figur hin gehoben war. Ebendahin blickt der Kopf, während die gesenkte Rechte einen gebogenen, unten abgebrochenen, daher unkenntlichen Gegenstand hält. Bekleidet ist diese jugendlich unbärtige, aber anscheinend wieder männliche Figur mit einem knielangen, mit punkirtem Gürtel übergürteten Chiton mit Überfall, auf dem Kopfe über anscheinend langem Haare mit einer Mütze. Die zwei Befestigungslöcher zeigt die Abbildung.

Ein viertes Bruchstück ist unbedeutend, nur der Rest einer bekleideten Figur, deren nackter rechter Arm sich auf ihre Brust legt.

Diese vier Figuren mögen, nach Grösse und Arbeit zu urtheilen, zu einer und derselben Darstellung gehört haben, für deren Erklärung das Erhaltene indessen nicht genügenden Anhalt bieten dürfte.

Abweichend durch Grösse (sie werden etwa 0.20 hoch gewesen sein) und geringere Arbeit sind zwei vollbekleidete weibliche Figürchen in lebhafter Bewegung. Sie sind stark verstümmelt. Die Rückseite ist nicht als ebene Fläche gehalten, aber unausgeführt, bei der einen Figur auch mit zwei wieder schräg abwärts gebohrten Löchern versehen.

Kürzlich erst hat Hr. FURTWÄNGLER auf der Castellanischen Versteigerung in Rom (Kat. S. 134 No. 1102) eine zum Aufsetzen auf einen Grund eingerichtete Relieffigur für das Königliche Museum erworben, welche, offenbar Tarentiner Ursprungs, wenn auch etwas grösser und besser gearbeitet, doch sonst ganz gleichartig mit den

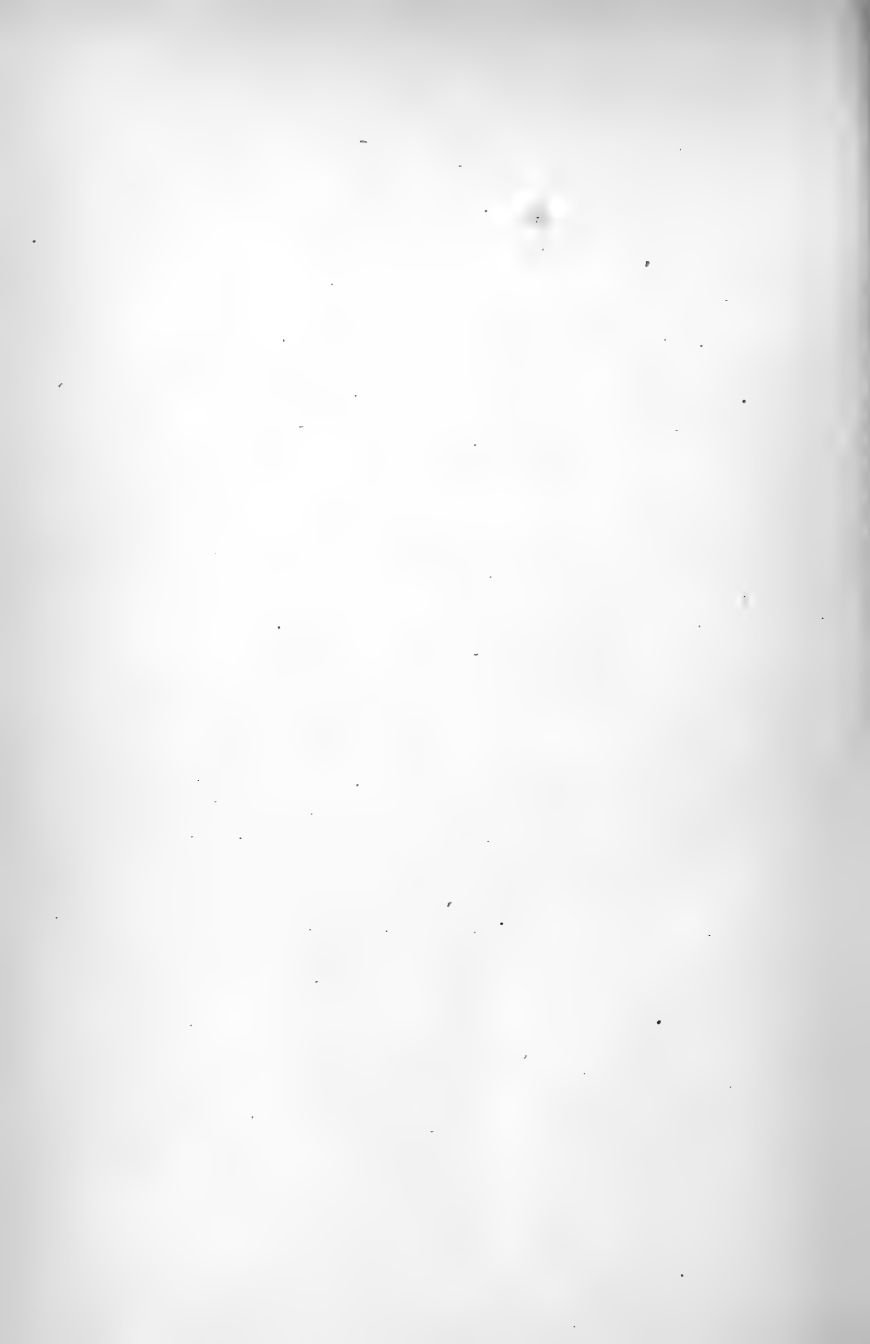
oben abgebildeten ist. Sie stellt einen mit dem Schilde bewaffneten, lebhaft nach rechts hin sich bewegendem nackten Kämpfer dar; links von ihm der mit einem Ärmel bekleidete, eine Pelta hoch hebende Arm einer knieenden oder fallenden Amazone, mit der der Krieger kämpft. Das Material ist Kalkstein.

Bei dem beschriebenen Zustande aller dieser Überreste und dem Mangel an Sorgfalt bei ihrer Ausgrabung lässt sich nicht entscheiden, welche derselben zu einem und demselben Grabmale und etwa zu dem der Knabenstatue gehören mögen. Aber auch so in der Vereinzelung erregen sie Interesse, da sie wenigstens einige Züge der reichgezierten Grabmäler erkennen lassen und in ihrer virtuellen, aber nachlässigen Technik und Formgebung charakteristisch für spätgriechische Kunstweise sind.

Es scheint, dass in leider nicht ungewohnter Weise bisher gerade die architektonischen Überreste der Grabmäler in Tarent ganz besonders unbeachtet geblieben sind. Auf demselben Terrain, wie unsere Knabenstatue und die übrigen hier zur Kenntniss gebrachten Stücke, ist ein einfach profilirtes Säulenkapitell gefunden, das mit vier ringsum vertheilten Adlern verziert ist. Es befindet sich bei Hrn. COLUCCI. Derselbe besitzt auch noch eine kürzlich auf seinem Terrain gefundene weibliche Statue, der Tracht nach in so fern auffallend, als über dem Chiton, aber unter dem Mantel, ein Löwenfell angelegt ist.

Ganze Haufen von Architekturtrümmern liegen in Tarent auf dem Grundstück Lo Lucca in der Nähe der Grabkammer, welche in den Notizie degli scavi 1881, Taf. VII (vergl. S. 418) in wenig genügender Weise mitgetheilt ist. Man kann nur mit Betrübniss alle diese *disjecta membra* betrachten, Schlachtopfer einer rein landwirthschaftlichen Behandlung der Alterthümer. Es sind offenbar Theile von Grab-*aediculae*, meistens Giebel, halb-, dreiviertel- und ganze Säulen, Alles aus Kalkstein. Die Gliederungen sind in Stuck ausgeführt; starke Reste von rother Bemalung sind an vielen Stellen sichtbar.

Die Zerstörung der Grabmäler und Zerstreuung ihrer Theile scheint allerdings schon in frühen Zeiten begonnen zu haben. Vielleicht werden aber doch, ehe überall die Verwüstung ihr Letztes gethan hat, mit geduldiger Beobachtung, wie sie dem Vernehmen nach unter Leitung des von Neapel abgeordneten Hrn. VIOLA zu erwarten ist, nach und nach noch mehr Züge zur Rekonstruktion einer Tarentiner Nekropole sich gewinnen lassen.



1884.

XXVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

29. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

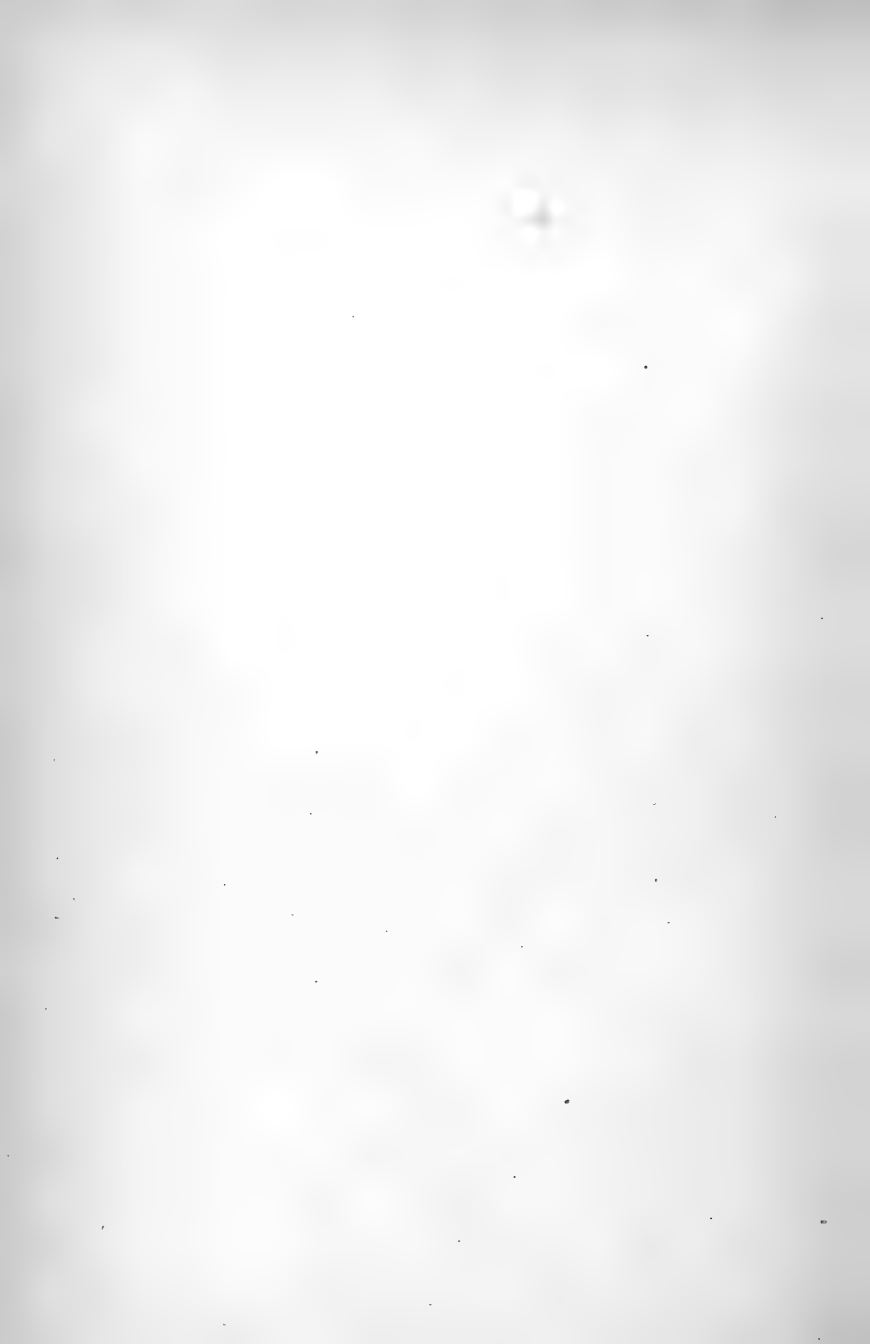
Vorsitzender Secretar: Hr. AUWERS.

1. Hr. LANDOLT las über die Verzögerung chemischer Reactionen, speciell derjenigen, welche zwischen Jodsäure und schwefliger Säure vor sich gehen.

Die Mittheilung wird in einem spätern Sitzungsberichte erscheinen.

2. Hr. DU BOIS-REYMOND legte die umstehend folgende Mittheilung des Hrn. Prof. A. CHRISTIANI hieselbst vor: zur Kenntniss der Functionen des Grosshirns beim Kaninchen.

3. Hr. BEYRICH legte ein Schreiben des Hrn. Prof. G. SCHWEINFURTH in Cairo vor, worin derselbe über die geologischen Ergebnisse seiner soeben vollendeten, mit Unterstützung der Akademie ausgeführten Reise in der westlichen aegyptischen Wüste berichtet.



Zur Kenntniss der Functionen des Grosshirns beim Kaninchen.

Von Prof. ARTHUR CHRISTIANI
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. DU BOIS-REYMOND.)

In einer vor Kurzem in diesen Berichten gedruckten Mittheilung¹ hat Hr. H. MUNK über die Folgen der Entfernung des Grosshirns bei Kaninchen Behauptungen aufgestellt, welche den Befunden und Ansichten direct zuwiderlaufen, die ich früher über denselben Gegenstand in einer der Akademie eingereichten Abhandlung mitgetheilt habe.² Es ist meine Absicht nicht, mich hier in eine ausführliche Widerlegung jener Behauptungen einzulassen; ich behalte mir dies für die Gelegenheit einer anderen Mittheilung und für ein Feld vor, auf welchem ich ihm mit gleichen Vortheilen entgegentreten kann. Doch glaube ich es der Akademie sowohl wie mir selber schuldig zu sein, auch an dieser Stelle Einiges zur Klärung der Sachlage zu bemerken. Dazu sei es mir vergönnt, zwei Punkte hervorzuheben, welche allein genügen um zu zeigen, dass Hr. MUNK bei seiner Kritik meiner Untersuchungen wichtige, ja entscheidende Umstände theils nicht gekannt, theils übersehen, jedenfalls nicht richtig dargestellt hat.

I.

Da Hr. MUNK zu verstehen giebt, dass meine Beobachtungen wegen der relativen Unvollkommenheit meines Operationsverfahrens weniger tauglich waren, so halte ich es zunächst für nothwendig, das von mir geübte Enthirnungsverfahren und seine nächsten Folgen zu beschreiben. Ich habe dies mir eigenthümliche Verfahren, jedoch ohne es durch den Druck zu veröffentlichen, schon am 14. Mai 1880

¹ S. oben S. 549 ff.

² Monatsberichte der Akademie, 17. Februar 1881.

der physiologischen Gesellschaft demonstrirt,¹ wie auch seitdem zahlreichen Fachgenossen vorgeführt.

Das Verfahren gestattet günstigen Falles, die Thiere ohne nennenswerthen Blutverlust und, was besonders hervorzuheben ist, ohne initialen Erschöpfungszustand zu erhalten: die Thiere können unmittelbar nach der Operation sitzen, stehen und gehen. Hierzu dürfen die Thiere aber weder durch Narcotica oder sonst irgendwie künstlich vorbereitet, noch in ihrer normalen Lebensweise gestört sein. Der Hauptkunstgriff besteht darin, die grossen Hemisphären unter Heraushebung aus dem oben geöffneten Schädel von Hinten nach Vorn hin so umzuklappen, dass die innere Fläche derselben, welche den Hirnstock umhüllte, nach Oben sieht und die Striae corneae zu Tage treten, worauf man dann jederseits mit einem einzigen sehr schnell, aber mehr drückend als ziehend, geführten Schnitt mittels eines zugeschärften, sieben Millimeter breiten, hölzernen Scalpellstieles die Trennung vom Hirnstock vollzieht. Ist der Schnitt tadellos ausgefallen, so läuft er, oben genau der Stria cornea entsprechend, unten hart am vorderen Rande des Tractus opticus bis zum Winkel des Chiasma nervorum opticorum hin sich erstreckend und ohne den Sehnerven in seinem Verlauf getroffen zu haben. Ferner dürfen nach Vollendung der beiden in beschriebener Weise rechts und links ausgeführten Schnitte keine arteriellen Blutungen auftreten, sondern es müssen sich unter dem leichten, quetschenden Drucke des Messerstieles die kleinen durchtrennten Arterien bereits geschlossen haben.

Wie man sieht, liegt in der Ausführung der so vorgeschriebenen Schnitte die letzte, aber auch die Hauptschwierigkeit des ganzen Unternehmens. Freilich drohen schon vorher dem guten Gelingen desselben mancherlei Gefahren. Die am meisten zu fürchtende unter ihnen ist ein plötzlich eintretender Stillstand der Athmung in angestrengter Expiration, deren unmittelbare Folgen eine starke venöse Blutung aus dem eröffneten Sinus, heftige allgemeine Krämpfe und rascher Tod zu sein pflegen. Günstigsten Falles geht eine länger andauernde Erschöpfung des Thieres nach beendeter Operation hervor, wenn es gelungen ist durch schleunige Fortnahme des venösen, schwärzlichen Blutes von dem Schädelgrunde das Thier am Leben zu erhalten. Aber mit der Reinheit der Beobachtungen nach der Enthirnung ist es unbedingt vorbei: haben sich die Thiere im besten Falle nach ungefähr einer Viertelstunde erholt, können sie wieder sitzen, später auch stehen und gehen, so zeigen sie doch immer Schwäche und schlechte Haltung in den Extremitäten, Schiefstellung

¹ E. DU BOIS-REYMOND's Archiv 1880 S. 295.

des Kopfes, Zwangsbewegungen, wiederholte Blutungen, tetanische Sätze und Krämpfe, vorwärtsstürmende Bewegungen und dergl. mehr.

Nichtsdestoweniger können solche Thiere noch längere Zeit leben. Meine längste Beobachtungszeit in dergleichen Fällen beträgt zwölf Stunden. Man hat nur dafür zu sorgen, dass die Bluteagula entfernt werden, welche sich immer wieder ausbilden und durch Druck namentlich auf die von mir an der Basis cranii beschriebenen Centren¹ schädlich einwirken.

Was kann man aber überhaupt thun, um so üble Erfolge der Operation zu vermeiden?

Zunächst gilt es, und hierauf ist ein ganz besonderes Gewicht zu legen, die ganze Operation so schnell wie möglich auszuführen. Namentlich darf die das Thier erfahrungsgemäss am meisten aufregende Eröffnung des Schädels nicht lange dauern. Nachdem das Thier sich von der Aufregung, die das Aufbinden hervorrief, erholt hat, führe man genau in der Mittellinie über der Sutura sagittalis einen scharfen bis auf den Schädel dringenden Schnitt von vier bis fünf Centimeter Länge, ziehe unter sorgfältiger Schonung der Musculatur die Weichtheile zur Seite und dringe mit einer kleinen Knochenzange oberhalb des Kiefergelenkes am Ende der Sutura coronalis durch den Knochen bis auf die Dura ein, um sofort durch Pronation der die Zange führenden Hand die vordere Hälfte des zugewandten Os parietale nach Aussen hin abzubrechen. Hierauf wende man sich, unter schonender Umgehung des Tuberculum interparietale und des Os interparietale mit den darunter liegendem Sinus confluens², dem hinteren Theile des Schädeldaches zu, um wieder zur Sutura coronalis zu gelangen. Der Sinus longitudinalis anterior ist sobald als möglich von hinten nach vorn hin ergiebig zu eröffnen: hierbei fliesst in günstigen Fällen das einzige Blut ab. Schliesslich bricht man die hinteren Theile des Stirnbeines ab und hat damit eine ovale mit der Spitze nach vorn sehende Öffnung im Schädeldache von genügender Grösse erhalten um die Enthirnung vorzunehmen. Zu letzterem Zwecke gehe man nach Spaltung der Dura mit einem Schielhäkchen von Innen Oben und Hinten nach Aussen Unten und Vorn etwa unter 45° gegen die Medianebene in die Hemisphäre ein um sie aus dem Schädel herauszuheben und die Umklappung vorzunehmen. Mit der anderen Hand vollzieht man dabei den trennenden Schnitt durch die Stria cornea.

Die Gesamtdauer der Operation betrug in günstigen Fällen etwa zwei Minuten.

¹ A. a. O. S. 227 und vorher.

² S. KRAUSE: die Anatomie des Kaninchens, Leipzig 1868, S. 45 u. 203.

Nähte werden nicht angelegt. Den Hirnstock vor Trockniss zu schützen, genügt Einführung eines neutralen flüssigen Fettes (Hundefett). Ein Wattebausch, leicht über die Öffnung des Schädels gelegt, stellt den Verband dar, der jederzeit leicht abnehmbar Einblick in die Schädelhöhle gewährt.

Als Kriterien für eine gelungene Operation galten mir stets folgende Dinge.

1. Normale, höchstens etwas vertiefte Athmung.
2. Eine normale, höchstens etwas erweiterte Pupille.
3. Das Fehlen jeder venösen Blutung und jedweder Krämpfe während und nach der Operation.
4. Die vollständige Erhaltung der Coordination für Stand und Locomotion unmittelbar nach der Operation und in der Folge.
5. Die Abwesenheit aller Zwangsbewegungen und Zwangstellungen unmittelbar nach der Operation und während der Beobachtungszeit von (in maximo) zwölf Stunden.
6. Die sehr bald nach der Operation nachweisbare Erhöhung der Reflexerregbarkeit, namentlich für Sinnesreize.

Das von Hrn. MUNK enthirnte Kaninchen ermangelte »nie«¹ ein »Erschöpfungsstadium« von »ungefähr einer halben« bis »längstens etwa einer Stunde« Dauer² zu zeigen. »Zunächst nach der Operation«, sagt Hr. Munk, »bleibt das Thier, bei normaler ruhiger Athmung, in »jeder beliebigen Lage, die man ihm erteilt hat, wofern nur der »Körper ausreichend unterstützt ist, unverändert und unbewegt liegen.«² Dann erholt sich das Thier, sitzt, macht auch hin und wieder »zeigerartige«² Drehbewegungen. Es folgen Veränderungen in der Athmung, Laufbewegungen. »Jetzt läuft das Thier, nicht unausgesetzt, sondern mit »Pausen, während welcher es ruhig dasteht, manchmal geradeaus, »meist in Kreisen oder Spiralen«. Dann fällt das Thier plötzlich um, richtet sich wieder auf und läuft u. s. w.«³

Es ist nach Vorstehendem ersichtlich, dass die Beobachtung der von Hrn. MUNK operirten Thiere, und die Beobachtung der von mir enthirnten Thiere zu ganz unvergleichbaren Resultaten führen musste.

¹ A. a. O. S. 557.

² A. a. O. S. 553.

³ A. a. O. S. 553—555.

II.

Im zweiten Theile meiner oben erwähnten Abhandlung, dem Theile, welcher von Hrn. MUNK beanstandet wird, sage ich von dem des Grosshirns und der Streifenhügel beraubten Kaninchen:

»Was das Umhergehen der Thiere nach dem spontanen Erwachen betrifft, so zeigte sich in den bestgelungenen Fällen durchaus nichts »Abnormes: die Thiere wichen Hindernissen (z. B. Tischfüssen) aus, »ohne dieselben zu berühren; sie machten ohne objectiv nachweisbaren »Grund mitten in der Bewegung Halt; sie erkletterten und ersprangen »Anhöhen u. s. w.«¹

Hr. MUNK, befangen in der für ihn fast zum Dogma gewordenen Meinung, dass Kaninchen nach »dem Verluste des Grosshirns vollkommen blind« seien², stellt diese meine thatsächlichen Angaben über das Ausweichen der enthirnten Thiere vor Hindernissen als unbegreiflich hin. Doch sucht er, auf Grund seiner eigenen Beobachtungen, sich Rechenschaft davon zu geben, wie ich wohl zu einer der seinigen so widersprechenden Auffassung habe kommen können. Seine Antwort auf diese Frage läuft darauf hinaus, dass, wenn enthirnte Thiere nicht an Hindernisse stossen, entweder der Zufall im Spiel ist, oder die Thiere Zwangsbewegungen machen, bei welchen sie nicht in der Bahn liegende Gegenstände nicht berühren. »Derartige Beobachtungen,« behauptet Hr. MUNK, »waren es, welche Hrn. CHRISTIANI zu der Meinung »verleiteten, dass die Thiere Hindernissen auswichen; und er ist bei »dem Irrthume verblieben, obwohl das Auskunftsmittel so nahe lag: »er brauchte nur in die hier genügend vorgegebene Bahn der Thiere »einigermaassen breite Objecte zu stellen oder die Thiere in die Nähe »der Wand zu versetzen, und er hätte gesehen, wie die Hindernisse »nicht vermieden wurden«³.

Zwangsbewegungen, bei welchen die Thiere eine gegebene kleinere oder grössere Kreisbahn immer wieder durchlaufen, nennt man bekanntlich seit MAGENDIE Reitbahnbewegungen. Bei der Beschreibung der Bewegungen seiner Versuchsthiere vermeidet Hr. MUNK den Gebrauch dieses jedem Hirnphysiologen geläufigen Kunstausdruckes. Es liegt mir fern ihm terminologische Vorschriften machen zu wollen. Eins aber sei mir gestattet, ihn zu fragen: Warum lässt er auch bei der sonst wörtlichen Anführung⁴ aus meiner Abhandlung: »Von »Muskelschwäche in den Extremitäten oder von ungewöhnlicher Haltung

¹ A. a. O. S. 224.

² Oben S. 567 (im Separatabdr. S. 19).

³ A. a. O. S. 566.

⁴ A. a. O. S. 556.

»des Kopfes, Reitbahnbewegung u. d. m. war nach besagter Operation in den bestgerathenen (zur Zeit neunzehn) Fällen durchaus »nichts wahrzunehmen«¹ — das Wort: Reitbahnbewegung aus, auf welches doch, wie er sich sagen musste, bei seiner Art die Sache anzusehen hier Alles ankommt? Denn es beweist, dass ich auf die Quelle des Irrthumes, in welchen verfallen zu sein Hr. MUNK mir vorwirft, wohl achtete; es beweist mit Einem Wort, dass die Auskunft, mit deren Hülfe er meine ihm unerklärlichen Versuchsergebnisse hinweg zu erklären versucht, eine unzutreffende ist.

¹ A. a. O. S. 223.

Berichtigungen.

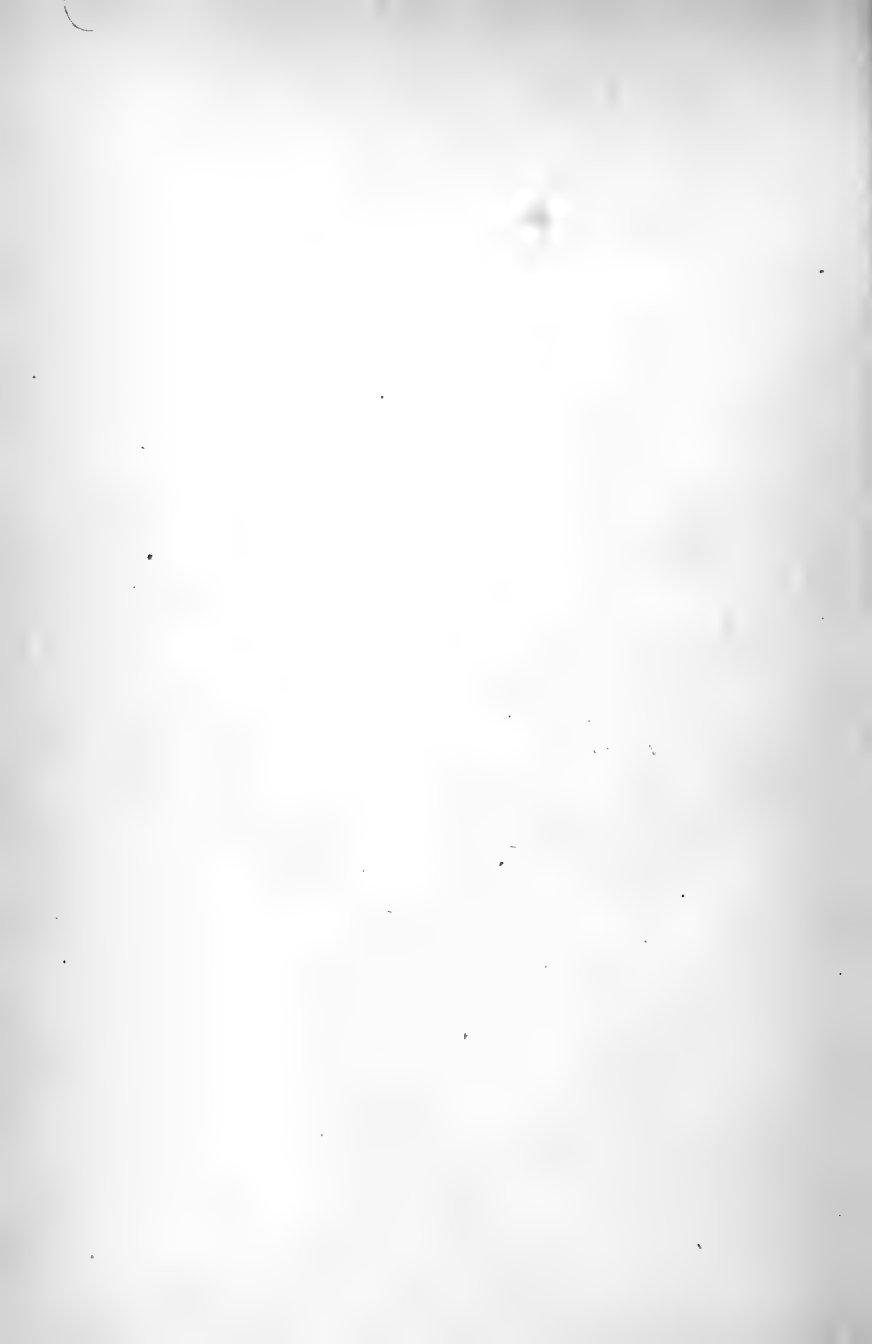
Zum Jahrgang 1883.

- Seite 172 Zeile 11 von oben statt $\frac{\partial \xi}{\partial \zeta} d\zeta + \frac{\partial \eta}{\partial \zeta} d\zeta + \frac{\partial \zeta}{\partial \zeta} d\zeta$ lies $\frac{\partial \xi}{\partial \zeta} d\xi + \frac{\partial \eta}{\partial \zeta} d\eta + \frac{\partial \zeta}{\partial \zeta} d\zeta$
- „ 172 „ 12 „ „ „ $\frac{\partial \xi}{\partial \phi} d\phi + \frac{\partial \eta}{\partial \phi} d\phi + \frac{\partial \zeta}{\partial \phi} d\phi$ „ $\frac{\partial \xi}{\partial \phi} d\xi + \frac{\partial \eta}{\partial \phi} d\eta + \frac{\partial \zeta}{\partial \phi} d\zeta$
- „ 184 „ 8 „ unten „ $\frac{\partial(\varrho_1 + \varrho_2 + (\varrho_1 - \varrho_2)e^{-2i\tau})}{\partial \zeta}$ „ $\frac{\partial(\varrho_1 + \varrho_2 + (\varrho_1 - \varrho_2)e^{-2i\tau})}{\partial \phi}$
- „ 543 „ 10 „ „ „ der Radien ϱ_1 und ϱ_2 lies von ζ, ϕ, τ mit $\pi - \zeta, \pi + \phi, -\tau$
- „ 547 „ 5 „ „ „ $\frac{i(H_1 + iT)}{L + iM}$ lies $\frac{i(H + iT)}{L + iM}$
- „ 550 „ 9 „ oben „ $\frac{\partial(H - iT)}{\partial q}$ „ $\frac{\partial(H_1 - iT)}{\partial q}$

Zum Jahrgang 1884.

- Seite 23 Zeile 18 von oben ist zu lesen 12510 10700 6383 statt 12019 10221 5990
- „ 23 und 24 am Kopf der Tabelle I ist zu lesen $f \cdot 10^{10}$ statt $f \cdot 10^6$
ebendasselbst am Kopf der Spalten über 3 2 1 ist zu lesen: 12510 10700 6383
statt 12019 10221 5990
- „ 25 Zeile 4 von oben ist zu lesen $f \cdot 10^{10}$ statt $f \cdot 10^6$
- „ 27 und 28 am Kopf der Tabelle II ist zu lesen $f \cdot 10^{10}$ statt $f \cdot 10^6$
- „ 28 Zeile 12 von oben ist zu lesen Calciumchlorid statt Calciumsulfat
- „ 35 „ 23 statt 1756 lies 1755
- „ 521 „ 15 von unten sind die Worte »liegenden Brüche« zwischen den Worten
»Intervalles« und »ausdrückt« einzufügen.

Ausgegeben am 5. Juni.



VERZEICHNISS DER EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

ERSTES VIERTELJAHR.

(Die Schriften, bei denen kein Format angegeben ist, sind in Octav.)

- Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher.* 1883. Heft XIX. N. 23, 24. — 1884. Heft XX. N. 1—4. Halle a. S. 4.
- Sitzungsberichte der math.-physik. Classe der K. b. Akademie der Wissenschaften zu München.* 1883. Heft III. München 1884.
- Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin.* Jahrg. 1883. Berlin 1883.
- Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft aus dem Gesellschaftsjahre 1882/83.* Bd. XIV. Berlin 1884.
- Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Societät zu Erlangen.* Heft 15. Erlangen 1883.
- Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft.* Jahrg. XVI. N. 18. Jahrg. XVII. N. 1. 2. 3. 4. 5. Berlin 1883. 1884.
- Elektrotechnische Zeitschrift.* Jahrg. V. 1884. Heft 1. 2. 3. Berlin 1884.
- Neues Lausitzisches Magazin.* Bd. 59. Heft 2. Görlitz 1883.
- Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande.* Heft LXXVI. Bonn 1883.
- Preussische Statistik.* LXXIV. Die Bewegung der Bevölkerung mit Einschluss der Wanderungen im preussischen Staate während des Jahres 1882. Berlin 1884. 4.
- Zeitschrift des K. Preuss. Statistischen Büreaus.* Jahrg. XXIII. Heft III. IV. Berlin 1883. 4.
- Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preuss. Staate.* Bd. XXXI. Stat. Lief. 3. Bd. XXXII. Heft I. u. Atlas. Bd. XXXII. Tafel I—V. Berlin 1883. 1884. 4. u. Fol.
- Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg.* Jahrg. XXIV. 1882. Berlin 1883.
- Sitzungsberichte der physikal.-medicin. Gesellschaft zu Würzburg.* Jahrg. 1883.
- Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft.* 1882—1883. Frankfurt a. M. 1883.
- Abhandlungen herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft.* Bd. XIII. Heft 3. Frankfurt a. M. 1884. 4.
- Bulletin mensuel de la Société des Sciences, Agriculture et Arts de la Basse-Alsace.* T. XVIII. 1884. Janvier, Février, Mars. Strasbourg 1884.
- Zoologischer Jahresbericht für 1879. 1880. 1881. 1882.* Herausgegeben von der Zoologischen Station zu Neapel. Redigirt von J. VICT. CARUS. 1879. Hälfte I. II. 1880. Abth. I—IV. 1881. Abth. I—IV. 1882. Abth. I—III. Leipzig 1880—1883. 4.
- Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel.* Bd. V. Heft I. Leipzig 1884.
- Sitzungsberichte 1884.

(2) Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften. Erstes Vierteljahr.

- Nachweisung der Resultate der Geschäftsthätigkeit der Aichämter im Deutschen Reiche (excl. Bayern) während des Jahres 1881.* Herausgegeben von der K. Normal-Aichungskommission. Berlin 1883. 4.
- Landwirthschaftliche Jahrbücher.* Bd. XII. Suppl. III. Bd. XIII. (1884.) Heft 1. Berlin 1884.
- Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei.* Jahrgang 1882. Heft I—XII. Berlin 1884. 4.
- Anzeiger für Kunde der Deutschen Vorzeit.* N. Folge. Jahrg. 30. 1883. Nürnberg 1883. 4.
29. *Jahresbericht des Germanischen Nationalmuseums.* Nürnberg. Januar 1883. 4.
- Wissenschaftlicher Jahresbericht über die Morgenländischen Studien im Jahre 1878.* Hälfte 2. Leipzig 1883.
- Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft.* Bd. XXXVII. Heft IV. Leipzig 1883.
- Internationale Zeitschrift für allgemeine Sprachwissenschaft.* Bd. I. Heft 1. Leipzig 1884.
- Bericht über die im Jahre 1883 den Herzoglichen Sammlungen zugegangenen Geschenke.* Gotha 1884. 4.
- Hedvigia. Notizblatt für kryptogamische Studien.* 1883. Bd. XXII. Dresden 1883.
- Urkundenbuch der Stadt Lübeck.* Th. VII. Lief. 7. 8. Lübeck 1883. 4.
- Württembergische Vierteljahrshefte für Landesgeschichte.* Jahrg. VI. Heft 1—4. Stuttgart 1883. 1884.
- Schriften der Universität zu Kiel aus dem Jahre 1882/83.*
- Astronomische Nachrichten.* Bd. 107. Kiel 1884. 4.
- Ephemeris epigraphica corporis inscriptionum latinarum supplementum.* Vol. V. Fasc. I. II. Romae 1884.
- Mittheilungen des Deutschen Archäologischen Institutes in Athen.* Jahrg. VIII. Heft 4. Athen 1883.
- Dekadenbericht des K. sächsischen meteorologischen Institutes.* 1883. N. 32—35. 1884. N. 1. Chemnitz 1883. 1884. 4. und Niederschlagskarten.
- *EUTING, J. *Sammlung der Carthagischen Inschriften.* Bd. I. Strassburg 1883. 4. 2 Ex.
- WALDEYER, W. *Atlas der menschlichen und tierischen Haare sowie der ähnlichen Fasergebilde.* Lahr 1884. 4.
- BERLINER, A. *Beiträge zur Geographie und Ethnographie Babyloniens im Talmud und Midrasch.* Berlin 1884.
- S. LANGER'S *Reiseberichte aus Syrien und Arabien und die von ihm entdeckten und gesammelten Inschriften.* Publicirt und erklärt von D. H. MUELLER. Leipzig.
- CLAUSIUS, R. *Zur Theorie der Kraftübertragung durch dynamoelectrische Maschinen.* Leipzig 1884. Sep. Abdr.
- DAEHNE, A. *Die Stabilität der Drehachse.* Metz 1884.
- STURM, R. *Über die 27 Geraden der cubischen Fläche.* Leipzig 1883. Sep. Abdr.
- —. *Bemerkungen und Zusätze zu STEINER'S Aufsätzen über Maximum und Minimum.* Berlin 1883. 4. Sep. Abdr.
- LIPSCHITZ, R. *Beiträge zu der Kenntniss der BERNOULLI'schen Zahlen.* Berlin 1883. 4. Sep. Abdr.
- BROSZUS, J. E. *Die Theorie der Sonnenflecken.* Berlin 1884.
- VALENTINER. *Die Kronenquelle zu Ober-Salzbrunn.* Wiesbaden 1884.
- KOELLIKER, A. *Die embryonalen Keimblätter und die Gewebe.* Würzburg 1883. Sep. Abdr.
- —. *Zur Entwicklung des Auges und Geruchsorganes menschlicher Embryonen.* Würzburg 1883. 4. (Festschrift für die Schweizerische Universität Zürich zur Feier ihres 50jährigen Jubiläums.)

Karten von Mykenai. Aufgenommen und mit erläuterndem Text herausgegeben von STEFFEN. Nebst einem Anhang über die Kontoporeia und das mykenisch-korinthische Bergland von Dr. H. LOLLING. — Erläuternder Text nebst Übersichtskarte von Argolis. Nebst 2 Karten in Folio. Berlin 1884. 4. und Fol.

ARGUST VON JOCHMUS' Gesammelte Schriften. Herausgegeben von Dr. G. M. THOMAS. Bd. 1. 2. 3. 4. Berlin 1883. 1884.

VON STEIN, FR. *Der Organismus der Infusionsthier.* Abth. III. Hälfte 1. 2. Leipzig 1878. 1883. 4.

PETERMANN, A. *Keine Narkosen — ohne Zeugen.* Frankfurt a. M. Sep. Abdr.

Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften: Phil. hist. Classe Bd. XXXIII. Math. naturw. Classe Bd. XLV. XLVI. 1882. Wien 1883. 12 Sep. Abdrücke a. d. Denkschriften. Wien 1883. 4.

Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften. Philosophisch-historische Classe. Bd. 101, Heft 2. 102, Heft 1. 2. 103, Heft 1, 2. Register X. Wien 1883.

Sitzungsberichte der math. naturw. Classe: Abth. I. 1882. N. 6—10. Abth. I. 1883. N. 1—5. Abth. II. 1882. N. 7—10. 1883. N. 1—5. Abth. III. 1882. N. 8—10. 1883. N. 1—3. Wien 1883.

Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Jahrg. 1884. N. I.—IV. Wien.

Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Jahrg. 1880. N. Folge. Bd. XVII. Wien 1883. 4.

Archiv für österreichische Geschichte. Bd. 64. Hälfte 2. Wien 1882.

Almanach der K. Akademie der Wissenschaften. Jahrg. 33. 1883. Wien.

Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. XIII. Heft III. IV. Wien 1883. 4.

Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1883. N. 1—18. Wien 1883. Jahrg. 1884. N. 1. 2. 3. Wien 1884.

Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1883. Bd. XXXIII. N. 4. Wien 1883. Bd. XXXIV. N. 1. Wien 1884.

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereins in Wien. Jahrg. 1. Heft XI. XII. Wien 1883. *Carinthia.* Jahrg. 73. 1883. Klagenfurt.

Archivio Trentino. Anno II. Fasc. II. Trento 1883.

Mittheilungen der K. K. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale. Bd. IX. Heft 4. (Schluss-Heft.) Wien 1883. 4.

Medaille zu Ehren des Professors Dr. FRANZ VON MIKLOSICH in Wien, geprägt in Silber. MEYER, A. B. *Das Jadrteibei von Gurina im Gailthal (Kärnten).* Wien 1883. Sep. Abdr. — —. *Ein zweiter Rohnephritfund in Steiermark.* Wien 1883. Sep. Abdr.

TSCHERNIAK, G. *Die Skapolithreise.* Wien 1883. Sep. Abdr.

GROSS, JULIUS. *Katalog der von der Kronstädter Gymnasialbibliothek bei der 400jährigen Luther-Feier in Kronstadt ausgestellten Druckwerke aus dem Reformationszeitalter.* Kronstadt 1883.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der K. Ungarischen Geologischen Anstalt. Bd. VI. Heft 7. 9. 10. Bd. VII. Heft 1. Budapest 1883. 1884.

Jahresbericht der K. U. Geologischen Anstalt für 1882. Budapest 1883.

FÖLDTANI KÖZLÖNY. (*Geologische Mittheilungen.*) Kötet XIII. Füzet 7—12. XIV. 1—3. Budapest 1883. 1884.

Archiv des Vereines für siebenbürgische Landeskunde. N. F. Bd. XIX. Heft 1. Hermannstadt 1884.

(4) Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften. Erstes Vierteljahr.

Jahresbericht des Vereines für siebenbürgische Landeskunde für das Vereinsjahr 1882/83.
Hermannstadt.

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Redigirt von J. FRÜHLICH.
Bd. I. (Oct. 1882—Juni 1883.) Berlin 1883.

VON LENHOSSÉK, J. *Die Ausgrabungen in Ungarn.* Budapest 1884. 4.

Rad jugoslavenske Akademije znanosti i umjetnosti. Knjiga LXVIII. Zagrebu 1883.

Viestnik hrvatskoga arkeološkoga Društva. Godina VI. Br. 1. Zagrebu 1884.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLIV. N. 2—4. London.

Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography. Vol. VI.
N. 1. 2. 3. London 1884.

Proceedings of the London Mathematical Society. Vol. XIV. 1883. N. 209. 210—213. London.

Journal of the Royal Microscopical Society. Ser. II. Vol. IV. P. 1. List of Fellows.
1884. London 1884.

The Annals and Magazine of Natural History. Ser. V. Vol. XII. N. 67—72. London 1883.

Journal of the Chemical Society. N. CCLIV. CCLV. CCLVI. London 1884.

Proceedings of the Philosophical Society of Glasgow. 1882—83. Vol. XIV. Glasgow 1883.

The Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. N. Ser. Vol. XVI.
P. 1. London 1884.

HOOKE, J. D. *The Flora of British India.* P. XI. London 1883.

Catalogue of Oriental Coins in the British Museum. Vol. VIII. London 1883.

BASHFORTH, FR., & J. C. ADAMS, *an Attempt to test the Theories of Capillary Action.*
Cambridge 1883. 4.

ATKINSON, R. *On Irish Metric.* An Inaugural Lecture on Celtic Philology. Dublin 1884.

NEWLANDS, J. A. R. *On discovery of the Periodic Law, and on relations among the atomic
Weights.* London 1884.

FAIRMAN, E. ST. J. *Egyptian Affairs: or, How Ismail Pacha found, and left, Egypt.*
London 1884.

FINLAY, W. H. *Determinations of Longitude on the East Coast of Africa.* London 1884.
Sep. Abdr.

GILL, DAVID. *Preliminary account of a telegraphic determination of the Longitude of the
Royal Observatory at the Cape of Good Hope.* London 1884. Sep. Abdr.

PEACOCK, R. A. *Saturated Steam, the motive power in Volcanoes and Earthquakes.* Ed. 2.
London 1882.

GLAISHER, J. 4 Extr. London. Cambridge. 8. u. 4.

Memoirs of the Geological Survey of India. Vol. XIX. Pt. 1—4. Calcutta 1883.

Records of the Geological Survey of India. Vol. XVI. Pt. 1—4. Vol. XVII. Pt. 1.
Calcutta 1883. 1884.

Memoirs of the Geological Survey of India. Palaeontologia Indica. Ser. X. Vol. II.
Ser. XII. Vol. IV. Ser. XIII. Vol. 1. Fasc. 1. 2. Calcutta 1882. 1883. 4.

Archaeological Survey of India. — Cunningham, *Report of Tours in Northern and South
Bihar, in 1880—82.* Vol. XVI. Calcutta 1883.

SEWELL, R. *A sketch of the Dynasties of Southern India.* Madras 1883. 4.

Proceedings of the Canadian Institute, Toronto. Vol. I. Fasc. 5. Toronto 1883.

Geological and Natural History Survey of Canada. — *Report of Progress for 1880—81—82
and Maps.* Montreal 1883. — *Catalogue of Canadian Plants.* P. I. Polypetalas
by J. Macoun. Montreal 1883.

Victoria. — *Reports of the Mining Surveyors and Registrars.* — Quarter ended
30th Sept. 1883. N. 2. Melbourne 1883. Fol.

- VON MUELLER, F. *The Plants indigenous around Sharks Bay and its vicinity*. Perth 1883. 4.
 — —. *Observations on new vegetable Fossils of the Auriferous Drifts*. Dec. 2. Melbourne 1883.
 GARDINER, M. *Solution in the celebrated fundamental question of Dynamics*. Brisbane 1883. 2 Ex.
 — —. *Determination of the motion of the Solar System in fixed unalterable Space*. Brisbane 1883.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. T. XCVII. 1883. Sem. 2. N. 26. 27. T. XCVIII. 1884. Sem. 1. N. 1—12. Paris 1883. 1884. 4.
Annales des Ponts et Chaussées. — Mémoires et documents. Sér. VI. Année IV. Cah. 11. 12. Sér. VI. Année IV. Cah. 1. Paris 1883. 1884.
Journal de l'École polytechnique. Cah. 53. Paris 1883. 4.
Société de Géographie: Compte rendu des Séances de la Commission centrale. 1883. N. 17. 18. 1884. N. 1—6. Paris 1883. 1884.
Bulletin de la Société géologique de France. Sér. III. T. XI. N. 7. Paris 1883.
Bulletin de la Société mathématique de France. T. XI. N. 5. Paris 1883.
Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. II. T. XII. N. 52 et Table des matières de l'année 1883. Sér. II. T. XIII. N. 1—13. Paris 1883. 1884.
Bulletin de la Société philomathique de Paris. Sér. VII. T. 8. N. 1. Paris 1884.
Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1883. P. IV. Paris 1883.
Société Nationale d'Agriculture de France. — CH. BALTET, de l'action du froid sur les végétaux pendant l'hiver 1879—80. Paris 1882.
Revue scientifique. Sér. III. T. 33. N. 1—13. Paris 1884. 4.
Polybiblion. — Revue bibliographique universelle. Part. tech. Sér. II. T. IX. Livr. 12. T. X. Livr. 1. 2. 3. Part. litt. Sér. II. T. XIX. Livr. 1. 2. 3. Paris 1883. 1884.
Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Année VII. Sér. II. N. 1—6. Bordeaux 1884.
Annales des Mines. Sér. VIII. T. III. Livr. 2. 3. Paris 1883.
Bulletin de la Société des Sciences de Nancy. Sér. II. T. VI. Fasc. XV. 1883. Paris 1883.
Bulletin de la Société industrielle de Rouen. Année II. N. 6. Nov. et Dec. 1883. Rouen 1884.
Union géographique du Nord de la France. Siège à Douai. Bulletin. Année V. N. 1. Douai 1884.
Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures. T. II. Paris 1883. 4.
 PERROT, G., et CHAPIEZ, CH. *Histoire de l'Art dans l'Antiquité*. Sér. XII. Livr. 113—122. Sér. XIII. Livr. 123—132. Paris 1884.
 VIVIER DE SAINT-MARTIN. *Nouveau Dictionnaire de Géographie universelle*. Fasc. 22. 23. Paris 1883. 1884. 4.
 OPPERT, J. *Deux textes très anciens de la Chaldée*. Extr.
 — —. *Un acte de vente conservé en deux exemplaires*. Sep. Abdr.
 HAMON, A. *Étude sur les eaux potables et le plomb*. Paris 1884.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXX. 1882—83. Ser. III. Transunti. Vol. VII. Fasc. 16. Anno CCLXXXI. 1883—84. Ser. III. Transunti. Vol. VIII. Fasc. 1. 2. 4. 5. 6. Roma 1883.
Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei. Anno XXXVI. (1882—83.) Sess. VIII^a. IX^a. X^a. e XI^a. Anno XXXVII. (1884.) Sess. I^a. II^a. Roma.

(6) Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften. Erstes Vierteljahr.

- Atti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei.* Anno XXXV. Sess. I. Dec. 1881—Sess. V. Aprile 1882. Roma 1882. 4.
- Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. — Rendiconti.* Ser. II. Vol. XV. Milano 1882.
- Memorie del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere — Classe di Lettere e Scienze morali e politiche.* Vol. XIV. — V. della Serie III. Fasc. III. Vol. XV. — VI. della Serie III. Fasc. 1. *Classe di Scienze matematiche e naturali.* Vol. XV. — VI. della Serie III. Fasc. 1. Milano 1882. 1883. 4.
- R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano.* — PINI, E. *Osservazioni meteorologiche eseguite nell' Anno 1883 col riassunto composto sulle medesime.* Milano 1884. 4.
- Relazione sugli Archivi di Stato Italiani (1874—1882).* Roma 1883.
- Atti della Società Toscana di Scienze naturali residente in Pisa. Processi verbali.* Vol. IV. Pisa 1883—1885. 4.
- Atti della Società Veneto-Trentina di Scienze naturali residente in Padova.* Anno 1883. Padova 1883.
- Bullettino della Società Veneto-Trentina di Scienze naturali.* T. III. N. 1. Padova 1884.
- Atti della fondazione scientifica Cagnola della sua istituzione in Pmi.* Vol. VII. 1879—1881. Milano 1882.
- Bollettino della Società geografica italiana.* Ser. II. Vol. IX. Fasc. 3. Roma 1884.
- Bullettino di Archeologia cristiana del Commendatore G. B. DE ROSSI.* Ser. IV. Anno II. N. 1. 2. Roma 1883.
- Notizie degli Scavi di Antichità comunicate alla R. Accademia dei Lincei.* Agosto—Nov. 1883. Roma 1883. 4.
- BONCOMPAGNI, B. *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.* T. XVI. 1883. Marzo, Aprile, Maggio. Roma 1883. 4.
- Giornale della Società di Lettere e conversazioni scientifiche di Genova.* Anno VIII. Fasc. I. II. Genova 1884.
- Atti Parlamentari. Camera dei Deputati. Legislatura XV. — 1ª Sessione. — Discussioni. Tornata del 15. Marzo 1884.* Roma 1884. 4.
- Lettere di J. ROSELLINI scritte dall' Egitto e non mai pubblicate.* Roma 1884.
- CANTONI, G. *Saggio di Fisiologia vegetale.* Milano 1883.
- NOBILE, A. *Terza determinazione della Latitudine geografica del R. Osservatorio di Capodimonte.* Napoli 1883. 4. Extr.
- FIORENTINO, V. *Wagner.* Napoli 1881. 3 Ex.
- AMODEO, F. *Monografia delle Curve Tautocrone.* Avellino 1883.
- Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg.* Sér. VII. T. XXXI. N. 10. St. Pétersbourg 1883. 4.
- Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg.* T. XXIX. N. 1. St. Pétersbourg 1883. 4.
- Nachrichten von der Kaiserlichen Gesellschaft der Freunde der Naturkunde, Anthropologie und Ethnographie an der K. Moskaischen Universität.* Bd. XXXII. Heft 4. Bd. XXXVI. Heft 2. Bd. XLII. Heft 2. Bd. XLIII. Heft 1. Moskau 1882. 1883. 4. (Russ.)
- Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou.* Année 1883. N. 2. Moscou 1883.
- Bulletin de la Société Ouralienne d'amateurs des Sciences naturelles.* T. VII. Livr. 3. St. Pétersbourg 1883. 4.
- Nachrichten des Geologischen Comité's.* Jahrg. 1883. Bd. II. N. 7. Jahrg. 1884. Bd. III. N. 1. St. Petersburg 1884.

- Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga.* XXVI. Riga 1883.
Universitäts-Nachrichten. Jahrg. 11. 12. Kiew 1883. (Russ.)
 WILD, H. *Repertorium für Meteorologie.* Bd. VIII. St. Petersburg 1883. 4.
 WILD, H. *Annalen des Physikalischen Central-Observatoriums.* Jahrg. 1882. Th. I. St. Petersburg 1883. 4.
Meteorologische Beobachtungen des Tifliser Physikalischen Observatoriums in den Jahren 1881—1882 im Jahre 1882. Herausgegeben von J. MIELBERG. Tiflis 1883.
 v. KOKSCHAROW, N. *Materialien zur Mineralogie Russlands.* Bd. IX. S. 1—80. St. Petersburg 1884.
 WEINBERG, J. *La Genèse et le développement du Globe terrestre.* Varsovie 1884.
 BREDICHIN, TH. *Sur les anomalies apparentes dans la structure de la grande Comète de 1874.* Moskau 1884. Extr. und 4 andere Extr. 1883.
Öfversigt of Kongl. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar. 1883. 40^{de} Årg. N. 7. Stockholm 1883.
Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. 8. Häfte 1. Stockholm 1883.
Kongl. Vitterhets Historie och Antiquitets Akademiens Månadsblad. Årg. 11. 12. 1882. 1883. Stockholm 1883. 1883—84.
Entomologisk Tidskrift. Årg. 4. Häft 1—4. 1883. Stockholm 1883.
 MITTAG-LEFFLER, G. *Acta mathematica.* 3. 1. 2. 3. Stockholm 1883. 1884. 4.
Göteborgs Kongl. Vetenskaps och Vitterhets Samhälles Handlingar. Häft XVIII. Göteborg 1883.
 HILDEBRAND, B. E. och H. HILDEBRAND. *Teckningar ur Svenska Statens historiska Museum.* Tredje Häftet. (Ser. V. — Plancherna 1—5.) Stockholm 1833. 4.
Forhandlingar i Videnskabs-Selskabet i Christiania. Aar 1881. 1882. Christiania 1882. 1883.
Det Kongelige Norske Frederiks Universitets Aarsberetning for Aaret 1878—1882 med Bilage. Christiania 1879—1883.
Jahrbuch des Norwegischen Meteorologischen Instituts für 1877. 1878. 1879. 1880. 1881. 1882. Christiania 1879—1883. 4.
Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. — Grundlagt af den physiographiske Forening i Christiania. Bd. 24. Hefte 4. Bd. 25. 26. 27. 28. Hefte 1. Christiania 1879—1883.
Norske Rigsregistranter. Udgivet ved OTTO GR. LUNDH. Bd. 7. Hefte 2. Bd. 8. Hefte 1. Christiania 1880. 1882.
Beretning om Bodsfaengssets Virksomhed i Tidsrummet fra 1878. 1879. 1880. 1881. 1882. Christiania 1879—1883.
Diplomatarium Norvegicum. — Samlede og udgivne af C. R. UNGER og H. J. HUITFELDT. Samling X. Halvdet 2. XI. Halvdet 1. Christiania 1880. 1882.
Archiv for Mathematik og Naturvidenskab. Bd. V. Hefte 4. Bd. VI. Hefte 1—4. Bd. VII. Hefte 1—4. Bd. VIII. Hefte 1. 2. Kristiania 1881—1883.
Kirchenhistorische Anekdota nebst neuen Ausgaben patristischen und kirchlich-mittelalterlichen Schriften. Veröffentlicht und mit Anmerkungen und Abhandlungen begleitet von Dr. C. P. CASPARI. I. Lateinische Schriften. Christiania 1883.
Foreningen til Norske Fortidsminde-merkens bevaring. Aarsberetning 1878. 1879. 1880. 1881. Kristiania 1879—1882.
Vaustands observationer. II. Hefte. — Udgivet af den norske Gradmaalingskommission. Christiania 1883. 4.
 BRÖGGER, W. C. *Die silurischen Etagen 2. und 3. im Kristianiagebiet und auf Eker.* Kristiania 1882.
 REUSCH, H. H. *Silurfossiler og Pressede Konglomerater i Bergenskiftern.* Kristiania 1882. 4.

(8) Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften. Erstes Vierteljahr.

- GULDBERG, C. M. et MOHN, H. *Études sur les mouvements de l'atmosphère*. P. II. Christiania 1880. 4.
- SARS, G. O. *Carcinologische Bidrag til Norges Fauna*. I. Hefte 3. Christiania 1879. 4.
- LIE, S. *Classification der Flächen nach der Transformationsgruppe ihrer geodätischen Curven*. Kristiania 1879. 4.
- NICOLAYSEN, N. *Norske Bygninger fra Fortiden*. Hefte X. Kristiania 1880. Fol.
- HIORTDAHL, TH. *Krystallographisk-chemiske Undersøgelser*. Christiania 1881. 4.
- NICOLAYSEN, N. *Kunst og Haandverk fra Norges Fortid*. Hefte 1. 2. Kristiania 1881. 1882. Fol.
- STENERSEN, L. B. *Myntfundet fra Græsliid i Thydalen*. Festprogram. Christiania 1881. 4.
- LAACHE, S. *Die Anämie*. Christiania 1883.
- TORP, A. *Die Flexion des Pali in ihrem Verhältniss zum Sanskrit*. Christiania 1881.
- SIEBKE, H. *Enumeratio Insectorum Norvegicorum*. Ed. SPARRE SCHNEIDER. P. I. Christianiae 1880.
- NIELSEN, Y. *Hovestuen paa Bygdø*. 1882. 4.
- KJERULF, TH. *Die Dislocationen in Christianiathal*. 1884. Sep. Abdr.
- DAHL, B. *Die lateinische Partikel Vi*. Preisschrift. Kristiania 1882.
- Verhandeligen der K. Akademie van Wetenschappen*. Deel 23. Amsterdam 1883. 4.
- Verslagen en Mededeelingen der K. Akademie van Wetenschappen*. Afd. Natuurkunde. 2^e Reeks. Deel 18. Afd. Letterkunde. 2^e Reeks. Deel 12. Amsterdam 1883.
- Processen-Verbaal*. Amsterdam 1882—83.
- Naam- en Zaakregister op de Verslagen en Mededeelingen der K. Akademie van Wetenschappen*. Afd. Letterkunde. Ser. II. Deel I—XII. Amsterdam 1883.
- Jaarboek van de K. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam voor 1882*. Amsterdam.
- SCHLEGEL, G. *Nederlandsch-chineesch Woordenboek*. Deel III. Afd. II. Leiden 1883.
- Topographische en geologische Beschrijving van een Gedeelte van Sumatra's Westkust*. — Atlas. Bd. I—VIII. Amsterdam. Fol.
- KOPS, JAN, & VAN EEDEN, F. W. *Flora Batava*. * Afl. 203. 204. Leiden. 4.
- Notulen van de Algemeene en Bestuursvergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen*. Deel XXI. 1883. N. 1. 2. Batavia 1883.
- Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië*. Volg. IV. Deel 7. 's Gravenhage 1883.
- Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde*. Deel XXVIII. Afd. 5. 6. Deel XXIX. Afd. 1. Batavia 1883.
- Annuaire de l'Académie Royale des Sciences de Belgique*. 1884. Année 50. Bruxelles 1884.
- Bulletin de l'Académie Royale des Sciences de Belgique*. Année 52. Sér. 3. T. 6. N. 11. 12. Année 53. Sér. 3. T. 7. N. 1. Bruxelles 1883. 1884.
- Annales de la Société géologique de Belgique*. T. IX. 1881—82. Liège 1881—1882.
- Annales de la Société entomologique de Belgique*. T. XXVII. Bruxelles 1883.
- VAN DEN BROECK, E. *Note sur un nouveau mode de Classification et de Notation graphique des dépôts géologiques*. Bruxelles 1883. Extr.
- PREUDHOMME DE BORRE, A. *Note sur les Glomériles de la Belgique*. Bruxelles 1884. Extr.
- PLATEAU, J. 3 Extr. Bruxelles. 8. n. 4.
- DE WITTE, J. *Notice sur ADRIEN DE LONGPÉRIER*. Bruxelles 1884. Extr.

EBEN, W. *De Weekdieren van België*. Gent 1884.

MAC LEOD, J. *Leiddraad bij het onderwijzen en het aanleeren der plantenkunde*. Gent 1881.
Natura. Maandschrift voor Natuurwetenschappen. Jaarg. 2. 1884. Afd. 1. 2. 3. Gent.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. Sér. II. Vol. XIX. N. 89. Lausanne 1883.

WOLF, R. *Astronomische Mittheilungen*. LXI. Zürich 1884.

PLANTAMOUR, PH. *Des mouvements périodiques du Sol, accusés par des niveaux à bulle d'air*. Genève 1883. Extr.

RÜTIMEYER, L. *Beiträge zu einer natürlichen Geschichte der Hirsche*. Th. 2. Zürich 1883. 1884. 4. Sep. Abdr.

— —. *Beiträge zu der Geschichte der Hirschfamilie*. Basel 1883. Sep. Abdr.

MAYOR, P. *Du maintien d'un corps dans l'espace au moyen d'une force motrice*. Lausanne 1884.

Boletín de la Real Academia de la Historia. T. IV. Cuad. I. II. 1884. Madrid 1884.
Revista Euskara. Año VI. N. 65. 66. Pamplona 1883.

Ἐφημερίς ἀρχαιολογικὴ ἐκδομένη ὑπὸ τῆς ἐν Ἀθήναις ἀρχαιολογικῆς ἐταιρείας. Περίοδος τρίτη 1883. Τεύχος τρίτον. ἐν Ἀθήναις 1883. 4.

Analele Academiei Romane. Ser. II. T. VII. Sect. II. 6 Extr. Bucuresci 1883. 4.
Procla Bisericesei numita cea mica. Bucuresci 1884.

SOUTZO, M. C. *Systèmes monétaires primitifs de l'Asie mineure et de la Grèce*. Bucharest 1884. 4. Extr.

CANTEMIU, D. *Operele*. T. VI. VII. Bucuresci 1883.

Memoirs of the Boston Society of Natural History. Vol. III. N. VI. VII. Boston 1883.
Proceedings of the Boston Society of Natural History. Vol. XXI. P. IV. Vol. XXII. P. I. Boston 1883.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. P. II. 1883. Philadelphia.
The Journal of the Cincinnati Society of Natural History. Vol. VI. N. 4. Cincinnati 1883.
Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. XI. N. 5. 6. 7. 8. 9. Cambridge 1883.

Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. X. N. 1. AL. AGASSIZ, Reports of the results of dredging.) Cambridge 1883. 4.

Annual Report of the Curator of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College to the President and Fellows of Harvard College for 1882—83. Cambridge 1883.

Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. Vol. IV. P. VI. Cambridge 1883.

Transactions of the Cambridge Philosophical Society. Vol. XIII. P. III. Cambridge 1883. 4.

Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XX. N. 113. Philadelphia 1883.

Transactions of the American Philosophical Society. Vol. XVI. N. Ser. P. I. Philadelphia 1883. 4.

The American Journal of Science. Ser. III. Vol. XXVII. N. 157. 158. 159. New Haven 1884.

The American Chemical Journal. Vol. V. N. 6. Vol. VI. N. 1. Baltimore 1883. 1884.

(10) Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften. Erstes Vierteljahr.

- The American Journal of Philology.* Vol. IV. N. 3. 4. Baltimore 1883.
American Journal of Mathematics. Vol. VI. N. 3. Baltimore 1884. 4.
The Botanical Gazette. Vol. IX. N. 1. 2. 3. Indianapolis 1884.
United States of America. War departement. — Professional papers of the Signal Service. N. VIII—XII. Washington 1882. 1883. 4.
Northern Transcontinental Survey. — Topographical Department. Map Bulletin N. 1. Topographical Department. Agricultural Department. Forest Department. New York 1833. Fol.
HAYDEN, V. *Twelfth Annual Report of the United States Geological and Geographical Survey of the Territories.* P. I. II. Washington 1883.
Maps and Panoramas. — Twelfth Annual Report of the U. S. Geological and Geographical Survey of the Territories. 1878.
POWELL, J. W. *Second Annual Report of the United States Geological Survey to the Secretary of the Interior 1880—81.* Washington 1882. 4.
— —. *United States Geological Survey. — DUTTON, C. Tertiary History of the Grand Cañon District.* With Atlas. Washington 1882. 4. Fol.
Bulletin of the United States Geological Survey. N. 1. Washington 1883.
Astronomical and Meteorological Observations made during the year 1879 at the United States Naval Observatory. Washington 1883. 4.
PICKERING, E. C. *Thirty-Eighth Annual Report of the Director of the Astronomical Observatory of Harvard College.* Cambridge 1884.
Johns Hopkins University Circulars. Vol. III. N. 28. Baltimore 1884. 4.
LEWIS, C. *A Summary of Progress in Mineralogy in 1883.* N. 2. Philadelphia 1884.
The Platonist. Vol. II. N. 1. Orange 1884. 4.
PACKARD, A. S. 4 Extr. 1883.
HARTIGAN, J. F. *Trismus Nascentium or, the Lockjaw of Infants.* Washington 1884. Extr.

Anales del Museo Nacional de Mexico. T. III. Entr. 4. Mexico 1883. 4.
La Naturaleza. T. VI. Entr. 14—16. Mexico 1883. 4.

El Ensayo Medico. Año I. N. 8. 9. 10. 11. 12. 13. Carácas 1883. 1884. 4.
Bulletin astronomique et météorologique du l'Observatoire Impérial de Rio de Janeiro. 1883. N. 10. Rio de Janeiro 1883. 4.
Actas de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba. T. V. Entr. I. Buenos Aires 1884. 4.
Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba (Republica Argentina). T. V. Entr. 4. Buenos Aires 1883.

TANAKADATE, A. FUJISAWA and TANAHARA, S. *Measurement of the force of Gravity at Sapporo (Yesso), being an appendix to Memoir N. 5 of the Science Department, Tōkiō Daigaku (University of Tōkiō).* Tōkiō 1882. 4.
Memoirs of the Science Department Tōkiō Daigaku (University of Tōkiō) N. 9. — EWING, J. A. *Earthquake Measurement.* Tōkiō 1883. 4.
-

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

I. II.

NOVEMBER 1884

BERLIN 1884

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

aus den Jahren 1880, 1881, 1882 und 1883

I. * * * * *

16

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

SITZUNGSBERICHTE

KONIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

PHILOSOPHISCHE KLASSE

1891.

ANZEIGE.

Seit dem 1. April 1876 ist die *Zeitschrift für Mathematik und Naturwissenschaften* in der *Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin, Unter den Linden 27*, zu beziehen. Der Preis beträgt 1 Mark 50 Pfennig pro Band, 1 Mark 25 Pfennig pro Heft. Der Abonnementpreis beträgt 15 Mark 75 Pfennig pro Jahr, 8 Mark 25 Pfennig pro Halbjahr. Der Preis für den Auslandsendverkauf beträgt 18 Mark 75 Pfennig pro Jahr, 9 Mark 25 Pfennig pro Halbjahr. Der Preis für den Auslandsendverkauf beträgt 18 Mark 75 Pfennig pro Jahr, 9 Mark 25 Pfennig pro Halbjahr.

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DR. FRIEDRICH SCHUBERT, VERLAGSREDAKTION, VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN, U. LINDEN 27.

Die *Zeitschrift für Mathematik und Naturwissenschaften* ist eine der wichtigsten und interessantesten Zeitschriften für Mathematiker und Naturwissenschaftler. Sie enthält die neuesten Entdeckungen und Fortschritte in der Mathematik und den Naturwissenschaften. Die Zeitschrift ist in zwei Abteilungen unterteilt: die mathematische Abteilung und die naturwissenschaftliche Abteilung. Die mathematische Abteilung enthält die neuesten Entdeckungen und Fortschritte in der Mathematik, die naturwissenschaftliche Abteilung enthält die neuesten Entdeckungen und Fortschritte in den Naturwissenschaften. Die Zeitschrift ist in zwei Abteilungen unterteilt: die mathematische Abteilung und die naturwissenschaftliche Abteilung. Die mathematische Abteilung enthält die neuesten Entdeckungen und Fortschritte in der Mathematik, die naturwissenschaftliche Abteilung enthält die neuesten Entdeckungen und Fortschritte in den Naturwissenschaften.

STIFTUNGSZEITSCHRIFT

FÜR DIE PHYSIKALISCHES KABINETZ DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DR. FRIEDRICH SCHUBERT, VERLAGSREDAKTION, VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN, U. LINDEN 27.

Die *Zeitschrift für Mathematik und Naturwissenschaften* ist eine der wichtigsten und interessantesten Zeitschriften für Mathematiker und Naturwissenschaftler. Sie enthält die neuesten Entdeckungen und Fortschritte in der Mathematik und den Naturwissenschaften. Die Zeitschrift ist in zwei Abteilungen unterteilt: die mathematische Abteilung und die naturwissenschaftliche Abteilung. Die mathematische Abteilung enthält die neuesten Entdeckungen und Fortschritte in der Mathematik, die naturwissenschaftliche Abteilung enthält die neuesten Entdeckungen und Fortschritte in den Naturwissenschaften. Die Zeitschrift ist in zwei Abteilungen unterteilt: die mathematische Abteilung und die naturwissenschaftliche Abteilung. Die mathematische Abteilung enthält die neuesten Entdeckungen und Fortschritte in der Mathematik, die naturwissenschaftliche Abteilung enthält die neuesten Entdeckungen und Fortschritte in den Naturwissenschaften.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

IV.

24. JUNI 1884.

BERLIN 1884

Anzeige.

Am 1. d. M. ist die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen. In demselben Hefen befindet sich eine Abhandlung von H. v. Schlegel über die „*Wiederherstellung der Kunst*“.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

Die *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ ist in der *Wochenschrift* „*Die Kunst*“ erschienen.

VERZEICHNIS DER ABHANDLUNGEN
ZU THEIL IV

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

1870. 1871. 1872. 1873. 1874.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

V. VI.

HEFT N. 16. 1884.

BERLIN 1884.

Verlag von Neumann, Neudamm.

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN zu St. V und VI.

Druck	Werk	Band	Abtheilung	Seite
1	1	1	1	1

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

aus den Jahren 1880, 1881, 1882 und 1883

von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

Druck	Werk	Band	Abtheilung	Seite
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	8	8	8	8
9	9	9	9	9
10	10	10	10	10
11	11	11	11	11
12	12	12	12	12
13	13	13	13	13
14	14	14	14	14
15	15	15	15	15
16	16	16	16	16
17	17	17	17	17
18	18	18	18	18
19	19	19	19	19
20	20	20	20	20
21	21	21	21	21
22	22	22	22	22
23	23	23	23	23
24	24	24	24	24
25	25	25	25	25
26	26	26	26	26
27	27	27	27	27
28	28	28	28	28
29	29	29	29	29
30	30	30	30	30
31	31	31	31	31
32	32	32	32	32
33	33	33	33	33
34	34	34	34	34
35	35	35	35	35
36	36	36	36	36
37	37	37	37	37
38	38	38	38	38
39	39	39	39	39
40	40	40	40	40
41	41	41	41	41
42	42	42	42	42
43	43	43	43	43
44	44	44	44	44
45	45	45	45	45
46	46	46	46	46
47	47	47	47	47
48	48	48	48	48
49	49	49	49	49
50	50	50	50	50
51	51	51	51	51
52	52	52	52	52
53	53	53	53	53
54	54	54	54	54
55	55	55	55	55
56	56	56	56	56
57	57	57	57	57
58	58	58	58	58
59	59	59	59	59
60	60	60	60	60
61	61	61	61	61
62	62	62	62	62
63	63	63	63	63
64	64	64	64	64
65	65	65	65	65
66	66	66	66	66
67	67	67	67	67
68	68	68	68	68
69	69	69	69	69
70	70	70	70	70
71	71	71	71	71
72	72	72	72	72
73	73	73	73	73
74	74	74	74	74
75	75	75	75	75
76	76	76	76	76
77	77	77	77	77
78	78	78	78	78
79	79	79	79	79
80	80	80	80	80
81	81	81	81	81
82	82	82	82	82
83	83	83	83	83
84	84	84	84	84
85	85	85	85	85
86	86	86	86	86
87	87	87	87	87
88	88	88	88	88
89	89	89	89	89
90	90	90	90	90
91	91	91	91	91
92	92	92	92	92
93	93	93	93	93
94	94	94	94	94
95	95	95	95	95
96	96	96	96	96
97	97	97	97	97
98	98	98	98	98
99	99	99	99	99
100	100	100	100	100

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

$$N_1 \leq \dots \leq N_{n-1} \leq N, \quad N_1 \leq 1, \quad 1 \leq i \leq n-1, \quad N$$

1994

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

VII.

7. JULI 1884

BERLIN 1884

Anzeige.

Für alle übrigen Teile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

VIII. IX.

HEFT 1. u. 2. 1884

BERLIN 1884

Anzeige.

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN zu St. VIII und IX.

1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300	2301	2302	2303	2304	2305	2306	2307	2308	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364	2365	2366	2367	2368	2369	2370	2371	2372	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380	2381	2382	2383	2384	2385	2386	2387	2388	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396	2397	2398	2399	2400	2401	2402	2403	2404	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412	2413	2414	2415	2416	2417	2418	2419	2420	2421	2422	2423	2424	2425	2426	2427	2428	2429	2430	2431	2432	2433	2434	2435	2436	2437	2438	2439	2440	2441	2442	2443	2444	2445	2446	2447	2448	2449	2450	2451	2452	2453	2454	2455	2456	2457	2458	2459	2460	2461	2462	2463	2464	2465	2466	2467	2468	2469	2470	2471	2472	2473	2474	2475	2476	2477	2478	2479	2480	2481	2482	2483	2484	2485	2486	2487	2488	2489	2490	2491	2492	2493	2494	2495	2496	2497	2498	2499	2500	2501	2502	2503	2504	2505	2506	2507	2508	2509	2510	2511	2512	2513	2514	2515	2516	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527	2528	2529	2530	2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	2581	2582	2583	2584	2585	2586	2587	2588	2589	2590	2591	2592	2593	2594	2595	2596	2597	2598	2599	2600	2601	2602	2603	2604	2605	2606	2607	2608	2609	2610	2611	2612	2613	2614	2615	2616	2617	2618	2619	2620	2621	2622	2623	2624	2625	2626	2627	2628	2629	2630	2631	2632	2633	2634	2635	2636	2637	2638	2639	2640	2641	2642	2643	2644	2645	2646	2647	2648	2649	2650	2651	2652	2653	2654	2655	2656	2657	2658	2659	2660	2661	2662	2663	2664	2665	2666	2667	2668	2669	2670	2671	2672	2673	2674	2675	2676	2677	2678	2679	2680	2681	2682	2683	2684	2685	2686	2687	2688	2689	2690	2691	2692	2693	2694	2695	2696	2697	2698	2699	2700	2701	2702	2703	2704	2705	2706	2707	2708	2709	2710	2711	2712	2713	2714	2715	2716	2717	2718	2719	2720	2721	2722	2723	2724	2725	2726	2727	2728	2729	2730	2731	2732	2733	2734	2735	2736	2737	2738	2739	2740	2741	2742	2743	2744	2745	2746	2747	2748	2749	2750	2751	2752	2753	2754	2755	2756	2757	2758	2759	2760	2761	2762	2763	2764	2765	2766	2767	2768	2769	2770	2771	2772	2773	2774	2775	2776	2777	2778	2779	2780	2781	2782	2783	2784	2785	2786	2787	2788	2789	2790	2791	2792	2793	2794	2795	2796	2797	2798	2799	2800	2801	2802	2803	2804	2805	2806	2807	2808	2809	2810	2811	2812	2813	2814	2815	2816	2817	2818	2819	2820	2821	2822	2823	2824	2825	2826	2827	2828	2829	2830	2831	2832	2833	2834	2835	2836	2837	2838	2839	2840	2841	2842	2843	2844	2845	2846	2847	2848	2849	2850	2851	2852	2853	2854	2855	2856	2857	2858	2859	2860	2861	2862	2863	2864	2865	2866	2867	2868	2869	2870	2871	2872	2873	2874	2875	2876	2877	2878	2879	2880	2881	2882	2883	2884	2885	2886	2887	2888	2889	2890	2891	2892	2893	2894	2895	2896	2897	2898	2899	2900	2901	2902	2903	2904	2905	2906	2907	2908	2909	2910	2911	2912	2913	2914	2915	2916	2917	2918	2919	2920	2921	2922	2923	2924	2925	2926	2927	2928	2929	2930	2931	2932	2933	2934	2935	2936	2937	2938	2939	2940	2941	2942	2943	2944	2945	2946	2947	2948	2949	2950	2951	2952	2953	2954	2955	2956	2957	2958	2959	2960	2961	2962	2963	2964	2965	2966	2967	2968	2969	2970	2971	2972	2973	2974	2975	2976	2977	2978	2979	2980	2981	2982	2983	2984	2985	2986	2987	2988	2989	2990	2991	2992	2993	2994	2995	2996	2997	2998	2999	3000	3001	3002	3003	3004	3005	3006	3007	3008	3009	3010	3011	3012	3013	3014	3015	3016	3017	3018	3019	3020	3021	3022	3023	3024	3025	3026	3027	3028	3029	3030	3031	3032	3033	3034	3035	3036	3037	3038	3039	3040	3041	3042	3043	3044	3045	3046	3047	3048	3049	3050	3051	3052	3053	3054	3055	3056	3057	3058	3059	3060	3061	3062	3063	3064	3065	3066	3067	3068	3069	3070	3071	3072	3073	3074	3075	3076	3077	3078	3079	3080	3081	3082	3083	3084	3085	3086	3087	3088	3089	3090	3091	3092	3093	3094	3095	3096	3097	3098	3099	3100	3101	3102	3103	3104	3105	3106	3107	3108	3109	3110	3111	3112	3113	3114	3115	3116	3117	3118	3119	3120	3121	3122	3123	3124	3125	3126	3127	3128	3129	3130	3131	3132	3133	3134	3135	3136	3137	3138	3139	3140	3141	3142	3143	3144	3145	3146	3147	3148	3149	3150	3151	3152	3153	3154	3155	3156	3157	3158	3159	3160	3161	3162	3163	3164	3165	3166	3167	3168	3169	3170	3171	3172	3173	3174	3175	3176	3177	3178	3179	3180	3181	3182	3183	3184	3185	3186	3187	3188	3189	3190	3191	3192	3193	3194	3195	3196	3197	3198	3199	3200	3201	3202	3203	3204	3205	3206	3207	3208	3209	3210	3211	3212	3213	3214	3215	3216	3217	3218	3219	3220	3221	3222	3223	3224	3225	3226	3227	3228	3229	3230	3231	3232	3233	3234	3235	3236	3237	3238	3239	3240	3241	3242	
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--

ANZEIGEN.

Seit dem 1. October 1877 ist die *Zeitschrift für die Mathematik und Naturwissenschaften* in der *Mathematischen und naturwissenschaftlichen Mittheilungen* der Königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, unter der Leitung des Herrn Geheimen Hofraths und Mitglieds der Akademie, Herrn Dr. Hermann Schubert, erschienen.

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON HERMANN SCHUBERT.

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

Die *Mathematischen und naturwissenschaftlichen Mittheilungen* der Königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, welche seit dem 1. October 1877 unter der Leitung des Herrn Geheimen Hofraths und Mitglieds der Akademie, Herrn Dr. Hermann Schubert, erschienen, sind in der Regel vierteljährig, und zwar in den Monaten März, Juni, September und December, zu je einem Bande von 12 bis 16 Heften, herausgegeben. Der Preis eines Bandes beträgt 1 Mark 50 Pfennig, der eines Heftes 15 Pfennig. Die Abnehmer erhalten die Mittheilungen gratis, wenn sie die Kosten des Posttransports zu zahlen bereit sind. Die Abnehmer außerhalb Deutschlands erhalten die Mittheilungen gratis, wenn sie die Kosten des Posttransports zu zahlen bereit sind. Die Abnehmer außerhalb Deutschlands erhalten die Mittheilungen gratis, wenn sie die Kosten des Posttransports zu zahlen bereit sind.

Verlag von Julius Springer, Berlin, Unter den Linden 27. Druck von Julius Springer, Berlin, Unter den Linden 27. Druck von Julius Springer, Berlin, Unter den Linden 27.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON HERMANN SCHUBERT.

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

Die *Mathematischen und naturwissenschaftlichen Mittheilungen* der Königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, welche seit dem 1. October 1877 unter der Leitung des Herrn Geheimen Hofraths und Mitglieds der Akademie, Herrn Dr. Hermann Schubert, erschienen, sind in der Regel vierteljährig, und zwar in den Monaten März, Juni, September und December, zu je einem Bande von 12 bis 16 Heften, herausgegeben. Der Preis eines Bandes beträgt 1 Mark 50 Pfennig, der eines Heftes 15 Pfennig. Die Abnehmer erhalten die Mittheilungen gratis, wenn sie die Kosten des Posttransports zu zahlen bereit sind. Die Abnehmer außerhalb Deutschlands erhalten die Mittheilungen gratis, wenn sie die Kosten des Posttransports zu zahlen bereit sind.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

A.

21. FORTSATZ 1884.

BERLIN 1884

Verlag von Neumann, Neudamm, Buchhändler-Verlag.

Preis 1 Mark 50 Pfennig.

VERZEICHNIS DER ABHANDLUNGEN
ZU BAND I

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

1878 1879 1880 1881 1882

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 84

[illegible]

2418

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN

$$S_{\text{eff}} = \int d^4x \sqrt{-g} \left[\frac{1}{2} R - \frac{1}{2} (\partial_\mu \phi)^2 - V(\phi) \right] + \int d^4x \sqrt{-g} \mathcal{L}_m$$

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

$$Y^2 \sim 10^{-10} N \sim 11/10 N \sim 1.1 \times 10^{-10} N$$

KONIGLICHE PREUSSISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZUR BILAN

[illegible]

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

XL. XL.

28. I. III. 1884

BERLIN 1884

Anzeige.

VI. Die \mathfrak{A} und \mathfrak{B} sind $\mathfrak{A} = \mathfrak{A}_1 + \mathfrak{A}_2 + \dots + \mathfrak{A}_n$ und $\mathfrak{B} = \mathfrak{B}_1 + \mathfrak{B}_2 + \dots + \mathfrak{B}_n$, wenn \mathfrak{A}_i und \mathfrak{B}_i die i -te \mathfrak{A} - und \mathfrak{B} -Komponente sind.

Die \mathfrak{A}_i und \mathfrak{B}_i sind die i -te \mathfrak{A} - und \mathfrak{B} -Komponente.

Die \mathfrak{A}_i und \mathfrak{B}_i sind die i -te \mathfrak{A} - und \mathfrak{B} -Komponente.

Die \mathfrak{A}_i und \mathfrak{B}_i sind die i -te \mathfrak{A} - und \mathfrak{B} -Komponente.

Die \mathfrak{A}_i und \mathfrak{B}_i sind die i -te \mathfrak{A} - und \mathfrak{B} -Komponente.

Die \mathfrak{A}_i und \mathfrak{B}_i sind die i -te \mathfrak{A} - und \mathfrak{B} -Komponente.

Die \mathfrak{A}_i und \mathfrak{B}_i sind die i -te \mathfrak{A} - und \mathfrak{B} -Komponente.

Die \mathfrak{A}_i und \mathfrak{B}_i sind die i -te \mathfrak{A} - und \mathfrak{B} -Komponente.

Die \mathfrak{A}_i und \mathfrak{B}_i sind die i -te \mathfrak{A} - und \mathfrak{B} -Komponente.

Die \mathfrak{A}_i und \mathfrak{B}_i sind die i -te \mathfrak{A} - und \mathfrak{B} -Komponente.

Die \mathfrak{A}_i und \mathfrak{B}_i sind die i -te \mathfrak{A} - und \mathfrak{B} -Komponente.

Für die übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung die Verfasser verantwortlich.

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN ABHANDLUNGEN zu Bd. XI und XII

S.
G.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

alles in 1. u. 2. Hefen 8^{te} 1888 1889 1890

1

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
48.
49.
50.
51.
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.
59.
60.
61.
62.
63.
64.
65.
66.
67.
68.
69.
70.
71.
72.
73.
74.
75.
76.
77.
78.
79.
80.
81.
82.
83.
84.
85.
86.
87.
88.
89.
90.
91.
92.
93.
94.
95.
96.
97.
98.
99.
100.

101

\ \ / . | 0 . |

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

$$k \in N \setminus \{0, 1, \dots, p-1\} \text{ s.t. } \exists \text{ } (H, N) \in \mathcal{K}_A, (H, N) \in \mathcal{H} \text{ s.t. } N \in \mathcal{N}_A, (H, N) \in \mathcal{H} \text{ s.t. } N \in \mathcal{N}_A$$
[illegible]

H. G. PAULZ & G. GROSSMANN

SITZUNGSGERICHT

- 1 -

KONIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

$$C = \{C_1, \dots, C_n\} \subseteq \mathcal{C} \text{ is a } \mathcal{C}\text{-cover of } X \text{ if and only if } \bigcup_{C \in C} C = X.$$

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU HALLEN

XIII.

BERLIN 1884

BERLIN 1884

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN
ZU SC. VIII

1880-1882

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

aus dem Jahre 1880-1881, 1882 und 1883

von A. N. SEVERGIN

1

1. 1. 1880-1881

2. 1. 1881

3. 1. 1882

4. 1. 1883

5. 1. 1884

6. 1. 1885

7. 1. 1886

8. 1. 1887

9. 1. 1888

10. 1. 1889

11. 1. 1890

12. 1. 1891

13. 1. 1892

14. 1. 1893

15. 1. 1894

16. 1. 1895

17. 1. 1896

18. 1. 1897

19. 1. 1898

20. 1. 1899

21. 1. 1900

22. 1. 1901

23. 1. 1902

24. 1. 1903

25. 1. 1904

26. 1. 1905

27. 1. 1906

28. 1. 1907

29. 1. 1908

30. 1. 1909

31. 1. 1910

32. 1. 1911

33. 1. 1912

34. 1. 1913

35. 1. 1914

36. 1. 1915

37. 1. 1916

38. 1. 1917

39. 1. 1918

40. 1. 1919

41. 1. 1920

42. 1. 1921

43. 1. 1922

44. 1. 1923

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN.

HERAUSGEGEBEN VON DR. JOHANNES NEUBERG, VORLESER FÜR MATHEMATIK AN DER UNIVERSITÄT ZÜRICH.

| | | |
|-----|--|---|
| 1. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 2. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 3. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 4. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 5. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 6. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 7. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 8. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 9. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 10. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 11. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 12. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 13. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 14. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 15. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 16. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 17. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 18. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 19. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 20. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |

HERAUSGEGEBEN VON DR. JOHANNES NEUBERG, VORLESER FÜR MATHEMATIK AN DER UNIVERSITÄT ZÜRICH.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN.

HERAUSGEGEBEN VON DR. JOHANNES NEUBERG, VORLESER FÜR MATHEMATIK AN DER UNIVERSITÄT ZÜRICH.

| | | |
|-----|--|---|
| 1. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 2. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 3. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 4. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 5. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 6. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 7. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 8. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 9. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 10. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 11. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 12. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 13. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 14. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 15. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 16. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 17. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 18. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 19. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |
| 20. | Die Theorie der p -adischen Zahlen von Dr. J. Neuberger. | 1 |

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH-Preussischen

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

XIV. XV.

1881

BERLIN 1881

Anzeige.

Mein Herr! Ich habe die Ehre Ihnen die SSJ (Société Scientifique) zu empfehlen. Meine Herren! Ich habe die Ehre Ihnen die SSJ (Société Scientifique) zu empfehlen. Meine Herren! Ich habe die Ehre Ihnen die SSJ (Société Scientifique) zu empfehlen.

Die SSJ (Société Scientifique) ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt.

Die SSJ (Société Scientifique) ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt.

Die SSJ (Société Scientifique) ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt.

Die SSJ (Société Scientifique) ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt.

Die SSJ (Société Scientifique) ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt.

Die SSJ (Société Scientifique) ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt.

Die SSJ (Société Scientifique) ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt.

Die SSJ (Société Scientifique) ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt.

Die SSJ (Société Scientifique) ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt.

Die SSJ (Société Scientifique) ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt. Sie ist eine der besten und wichtigsten Organisationen der Welt.

Um alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung hin die Verfasser verantwortlich.

VERZEICHNIS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN
zu S. XIV und XV.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
DES 1. JULI 1880, 1881, 1882 UND 1883

1. The first group of people who are not in the labor force are those who are not in the labor force because they are not in the labor force. This group is the largest group of people who are not in the labor force.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

XVI.

29. MAI 1884

BERLIN 1884

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU HALTEN

XVII.

27. MAI 1884

BERLIN 1884

Verlag von

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN
zu S. XVII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

aus den Jahren 1880, 1881, 1882 u. 1883.

Verlegt von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XVIII. XIX.

J. April 1884.

BERLIN 1884

Verlag von Neumann, Neudamm.

Anzeige.

Man kann die unter dem Titel: *Verhandlungen des 1881 gehaltenen Jahres-Monats-Versammlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen veranlassen, und es sind in diesem Sinne die Sitzungsberichte getrocknet, für welche unter anderen folgendes Bestimmungsgesetz gilt:

Die Sitzungsberichte der Akademie werden in 12 Bänden herausgegeben, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden. Jeder Band enthält 12 Hefen, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden.

Die Sitzungsberichte der Akademie werden in 12 Bänden herausgegeben, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden. Jeder Band enthält 12 Hefen, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden.

Die Sitzungsberichte der Akademie werden in 12 Bänden herausgegeben, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden. Jeder Band enthält 12 Hefen, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden.

Die Sitzungsberichte der Akademie werden in 12 Bänden herausgegeben, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden. Jeder Band enthält 12 Hefen, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden.

Die Sitzungsberichte der Akademie werden in 12 Bänden herausgegeben, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden. Jeder Band enthält 12 Hefen, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden.

Die Sitzungsberichte der Akademie werden in 12 Bänden herausgegeben, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden. Jeder Band enthält 12 Hefen, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden.

Die Sitzungsberichte der Akademie werden in 12 Bänden herausgegeben, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden. Jeder Band enthält 12 Hefen, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden.

Die Sitzungsberichte der Akademie werden in 12 Bänden herausgegeben, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden. Jeder Band enthält 12 Hefen, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden.

Die Sitzungsberichte der Akademie werden in 12 Bänden herausgegeben, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden. Jeder Band enthält 12 Hefen, die in 12 Hefen unter dem Titel: *Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* zu erscheinen werden.

Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

ANZEIGE.

Die *Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen* der Königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, welche seit dem Jahre 1826 unter der Leitung des Herrn v. Schumacher, seit dem Jahre 1842 unter der Leitung des Herrn v. Silligwey, seit dem Jahre 1855 unter der Leitung des Herrn v. Neumann, und seit dem Jahre 1872 unter der Leitung des Herrn v. Silligwey, fortgesetzt werden, sind jetzt in der 10. Lieferung des 10. Bandes erschienen.

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN VON DER KÖNIGLICH-PRUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ZU BERLIN.

Die *Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen* der Königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, welche seit dem Jahre 1826 unter der Leitung des Herrn v. Schumacher, seit dem Jahre 1842 unter der Leitung des Herrn v. Silligwey, seit dem Jahre 1855 unter der Leitung des Herrn v. Neumann, und seit dem Jahre 1872 unter der Leitung des Herrn v. Silligwey, fortgesetzt werden, sind jetzt in der 10. Lieferung des 10. Bandes erschienen. Die *Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen* der Königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, welche seit dem Jahre 1826 unter der Leitung des Herrn v. Schumacher, seit dem Jahre 1842 unter der Leitung des Herrn v. Silligwey, seit dem Jahre 1855 unter der Leitung des Herrn v. Neumann, und seit dem Jahre 1872 unter der Leitung des Herrn v. Silligwey, fortgesetzt werden, sind jetzt in der 10. Lieferung des 10. Bandes erschienen.

Die *Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen* der Königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, welche seit dem Jahre 1826 unter der Leitung des Herrn v. Schumacher, seit dem Jahre 1842 unter der Leitung des Herrn v. Silligwey, seit dem Jahre 1855 unter der Leitung des Herrn v. Neumann, und seit dem Jahre 1872 unter der Leitung des Herrn v. Silligwey, fortgesetzt werden, sind jetzt in der 10. Lieferung des 10. Bandes erschienen.

Verlag von C. G. Neumann, Neudammstr. 12, Berlin. H. R. VITZ & GOSMANN, Berlin.

SITZUNGSBERICHTE

DER
KÖNIGLICH-PRUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

SECHSUNDIGER THEIL. 1872.

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

VON DER KÖNIGLICH-PRUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Die *Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen* der Königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, welche seit dem Jahre 1826 unter der Leitung des Herrn v. Schumacher, seit dem Jahre 1842 unter der Leitung des Herrn v. Silligwey, seit dem Jahre 1855 unter der Leitung des Herrn v. Neumann, und seit dem Jahre 1872 unter der Leitung des Herrn v. Silligwey, fortgesetzt werden, sind jetzt in der 10. Lieferung des 10. Bandes erschienen.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU HALTEN

XX.

17. AUGUST 1884.

BERLIN 1884.

Anzeige.

M
 1872
 1873
 1874
 1875
 1876
 1877
 1878
 1879
 1880
 1881
 1882
 1883
 1884
 1885
 1886
 1887
 1888
 1889
 1890
 1891
 1892
 1893
 1894
 1895
 1896
 1897
 1898
 1899
 1900

1872
 1873
 1874
 1875
 1876
 1877
 1878
 1879
 1880
 1881
 1882
 1883
 1884
 1885
 1886
 1887
 1888
 1889
 1890
 1891
 1892
 1893
 1894
 1895
 1896
 1897
 1898
 1899
 1900

1872
 1873
 1874
 1875
 1876
 1877
 1878
 1879
 1880
 1881
 1882
 1883
 1884
 1885
 1886
 1887
 1888
 1889
 1890
 1891
 1892
 1893
 1894
 1895
 1896
 1897
 1898
 1899
 1900

1872
 1873
 1874
 1875
 1876
 1877
 1878
 1879
 1880
 1881
 1882
 1883
 1884
 1885
 1886
 1887
 1888
 1889
 1890
 1891
 1892
 1893
 1894
 1895
 1896
 1897
 1898
 1899
 1900

1872
 1873
 1874
 1875
 1876
 1877
 1878
 1879
 1880
 1881
 1882
 1883
 1884
 1885
 1886
 1887
 1888
 1889
 1890
 1891
 1892
 1893
 1894
 1895
 1896
 1897
 1898
 1899
 1900



VERZEICHNIS DER VERFASSTEN ERLÄUTERUNGEN
ZU S. XX

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

$$x_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ i \end{pmatrix}, x_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ -i \end{pmatrix}, x_3 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, x_4 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

XXI. XXII.

24. April 1884

BERLIN 1884

V E R Z E I C H N I S S D E R W I S S E N S C H A F T L I C H E N M E T H O D E N U N D
zu S. XVI und XVII

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

1980, 1981, 1982, and 1983.

TABLE 1. *Continued*

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN
DES GYMNASIUMS ST. PÄULI

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

XXIII.

MAI 1884

BERLIN 1884

Anzeige.

Die α - und β -Donoren des nicht-ferrochelatbildenden S_2ZnH_2

Für alle obigen Codes gelten die selben sind nach jeder Revision der Verfassung verantwortlich.

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN
zu Bd. XXIII

1

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
1881 u. 1882, 1882 u. 1883, 1883 u. 1884

2

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZUR FORTSETZUNG

XXIV. BAND.

SECHSSTES

BEHEFT. 1881

Verlag von  FISCHER VERLAG, Jena, Leipzig, Berlin, Bonn, Frankfurt a. M., Gießen, Halle, Köln, München, Stuttgart, Tübingen, Wien
in Serie XXIV und XXV

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

der Wissenschaften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

in Wien

— 1914 —

SITZUNGS-BERICHTE

KÖNIGLICH-Preussische Akademie der Wissenschaften
in Berlin

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

$$N_1 \leq \dots \leq N_{i-1} \leq N_i \leq N_{i+1} \leq \dots \leq N_{i+k} \leq N_{i+k+1} \leq \dots \leq N_{i+k+l} \leq N_{i+k+l+1} \leq \dots$$

LÖSNUNG VON ÜBUNGSSTÜCKEN AUS DER VERGANGENEN
ZUSAMMENFASSUNG

SETZUNGSBERICHTE

DES
KÖNIGLICHEN PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

7

XXVI.

1890.

VERZEICHNISS DER VERHANDLUNGEN DER AKADEMIE
ZU S. XXXI

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
ZU S. XXXII

ANZETIGEL

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DR. JOHANNES NEUBERG, VERLAG VON J. NEUBERG, BERLIN.

VERLAG VON J. NEUBERG, BERLIN.

HERAUSGEGEBEN VON DR. JOHANNES NEUBERG, VERLAG VON J. NEUBERG, BERLIN.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH-PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DR. JOHANNES NEUBERG, VERLAG VON J. NEUBERG, BERLIN.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

XXVII. XXVIII.

29. März 1884

BERLIN 1884

Verlag von Neumann, Neudamm

Anzeige.

[illegible]

Für alle übrigen Teile derselben sind nach jeder Richtung hin die Verfasser verantwortlich.



VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN
zu St. XXXVII und XXXVIII

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus dem Jahre 1887 und 1888
von
H. G. O. S. 1887

$\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{\rho} \right) = - \frac{1}{\rho^2} \frac{d\rho}{dt}$

IN CONNECTION WITH FRED DIMMERS VERGEBUNGSAUFGABEN: HAREWITZ & GROSSMANN
 4. BEWERTUNG DER WERTE DER VERGEBUNGSAUFGABEN

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN

— *Journal of the American Medical Association*, 1990

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN
$$f_{\alpha} = (v^{\alpha}, u^{\alpha}) \quad \text{for } v^{\alpha} \in V, u^{\alpha} \in U, \quad \alpha = 1, \dots, k.$$







SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01298 9224